

УДК 502.51:504.5:338.49

Lidiia Horoshkova¹, Doctor of Economical Sciences, Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7142-4308> **e-mail:** goroshkova69@gmail.com

Anna Bakurova², Doctor of Economical Sciences, Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6986-3769> **e-mail:** abaka111060@gmail.com

Alexander Sumets¹, Doctor of Economical Sciences, Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-3857> **e-mail:** sumets.alexander@gmail.com

Vasyl Trysnyuk³, Doctor of Technical Sciences, Professor
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9920-4879> **e-mail:** trysnyuk@ukr.net

Viktor Shumeiko³, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0285-4566> **e-mail:** shym1983@ukr.net

¹National University of «Kyiv-Mohyla Academy», Kyiv, Ukraine

²Zaporizhzhia Polytechnic National University, Zaporizhzhia, Ukraine

³Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

MATHEMATICAL MODELING OF TRANSPORT AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE FOR THE POST-WAR RECONSTRUCTION OF UKRAINE

Abstract. *The paper is dedicated to addressing the scientific and practical task of expanding the utilization of inland water transport and increasing the variety of transport and logistic alternatives with the aim of creating a more efficient and resilient logistics system in Ukraine.*

Based on the analysis of the state of river ports, unloading terminals, and docks within the overall river infrastructure of Ukraine and their connectivity to land transport networks, ports were selected that could be used for establishing logistic zones based on them. An assessment of the level of transport accessibility of ports in the Dnipro, Danube, and Southern Bug river basins was carried out, and the corresponding graph was constructed. The Gephi software, which has open-source code for visualizing and analyzing graphs of large networks, was used to construct the graph. Assessments of the accessibility level of the port network were also conducted using the Kenig number and relative indicators: Bavelash and Boshe indexes.

The research results have shown that in conditions of a state of war, occupation of maritime space, and destruction of a significant amount of the country's infrastructure, there is a necessity to create a network model of transport logistics using navigable sections of the Dnipro and Southern Bug rivers and the "Danube – Black Sea" navigation route to ensure national security and sustainable functioning of Ukraine's economy. There is a need to expand this system further and connect it to the Rhine-Danube corridor. To address security challenges, it is necessary to establish a transport-logistics system that simultaneously utilizes inland waterways, railway, and road transport infrastructure.

Keywords: *port infrastructure, river routes, logistic technologies, transport infrastructure, information technologies.*

Л.А. Горошкова¹, А.В. Бакурова², О.М. Сумець¹, В.М. Триснюк³, В.О. Шумейко³

¹Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ, Україна

²Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя, Україна

³Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

***Анотація.** Роботу присвячено розв'язанню науково-практичного завдання розширення використання можливостей внутрішнього водного транспорту та збільшення різноманіття транспортних та логістичних альтернатив з метою створення більш ефективної та стійкої системи логістики в Україні.*

На основі проведеного аналізу стану річкових портів, розвантажувальних терміналів і причалів у загальній річковій інфраструктурі України та їх забезпеченості транспортними мережами суходолу, були обрані порти, які можуть бути використані для організації логістичних зон на їх базі. Була здійснена оцінка рівня транспортної доступності портів в басейнах річок Дніпро, Дунай та Південний Буг і побудований відповідний граф. Для побудови графа застосований програмний продукт Gephi, що має відкритий вихідний код для візуалізації і аналізу графів великих мереж. Також були проведені оцінки рівня доступності мережі портів з використанням числа Кеніга та відносних показників: індексів Бавелаша та Бошема.

Результати досліджень показали, що в умовах воєнного стану, окупації морського простору, руйнування значної кількості інфраструктури країни, з метою забезпечення національної безпеки та сталого функціонування економіки України існує необхідність створення мережевої моделі транспортної логістики з використанням судноплавних ділянок річок Дніпро та Південний Буг та суднового ходу «Дунай – Чорне море» з можливістю подальшого розширення цієї системи і доєднання до коридору Рейн-Дунай. Задля вирішення безпекових завдань існує необхідність у створенні транспортно-логістичної системи, яка одночасно забезпечує можливості використання внутрішніх водних шляхів, інфраструктури залізничного та автомобільного транспорту.

***Ключові слова:** портова інфраструктура, річкові шляхи, логістичні технології, транспортна інфраструктура, інформаційні технології.*

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.2.142-156>

Вступ

На сьогодні в умовах війни внаслідок блокування більшості морських портів України особливої уваги потребує проблема розширення використання можливостей внутрішнього водного транспорту. Ще до початку повномасштабної війни Уряд України розглядав розвиток річкового транспорту як важливий елемент підтримки національної економіки через збільшення різноманіття транспортних та логістичних альтернатив з метою створення більш ефективної та стійкої системи логістики. Крім того, розвиток річкового транспорту, який сприяє «зеленим» перевезенням, також може суттєво вплинути на соціальний розвиток та екологічну ситуацію в Україні. На

сьогодні внаслідок підриву греблі Каховської ГЕС використання судноплавних шляхів річки Дніпро є обмеженим, обмеженими є також можливості використання річки Південний Буг. Одночасно з цим є усі підстави розширювати використання річки Дунай. Але вже сьогодні в контексті завдань повоєнного відновлення країни існує необхідність формування оновленої транспортно-логістичної мережі України, яка буде включати річковий транспорт з одночасним залученням інфраструктури автомобільних і залізничних сполучень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З урахуванням прагнення України стати членом Європейського Союзу, виникає необхідність у розвитку логістичної інфраструктури країни. З огляду на це, поза увагою дослідників не залишається аналіз річкової інфраструктури і її основних елементів – річкового транспорту і річкових портів. За останні роки досить інтенсивно досліджувалися вітчизняними вченими Городовою А. і Одинець Т., Іртищевою І. і Бойко Є. [2], Огороковим А., Вернигорою Р. і Цупровим П. [3], Сліпенко А. і Манаєнко І. [4], Тимошук О. і Горошко К. [5], Шаховим А. й ін. [6] проблеми і перспективи розвитку річкової галузі, стану річкової інфраструктури і річкового транспорту, потенціалу річкової галузі. Але з початком війни умови і можливості використання річкового транспорту суттєво змінилися, крім того, вже сьогодні є зрозумілими завдання для повоєнного відновлення країни та її інфраструктури. Саме ці питання потребують уваги і додаткових наукових досліджень.

Мета роботи. Метою роботи є розробка комплексної системи логістичного управління використанням судноплавних внутрішніх водних шляхів України як складової Транс'європейської транспортної мережі в Україні та розробка мережевої моделі транспортно-логістичної інфраструктури, що одночасно враховує можливості водного, залізничного та автомобільного сполучення задля забезпечення геопросторового розвитку країни та її національної безпеки.

Виклад основного матеріалу дослідження

Нами були проведені дослідження щодо фактичної чисельності діючих на цей момент часу річкових портів, розвантажувальних терміналів і причалів у загальній річковій інфраструктурі України та їх забезпеченості транспортними мережами суходолу. Було доведено, що для практичної організації логістичних зон на базі цих портів доцільно обрати такі річкові порти: Ізмаїл, Рені, Київський, Запорізький, Миколаївський, Дніпровський, Херсонський і Новокаховський. Обрані річкові порти мають топологічну прив'язку до конкретних регіонів і можливість бути інтегрованими в регіональні розподільчі логістичні центри. У таблиці 1 наведені основні техніко-технологічні параметри цих портів.

Таблиця 1. Основні техніко-технологічні параметри найбільших річкових портів

Порт	Площа території, Га	Потужність порту, млн тонн/рік	Довжина причалів, м	Глибина річки біля причалу, м
1. Дніпровський річковий порт	20,8	10,0	1 346,0	3,0-4,0
2. Запорізький річковий порт	39,7	6,0	2 786,0	3,5-4,0
3. Київський річковий порт	18,0	30,0 (+10,0)	1 479,0	3,0
4. Новокаховський річковий порт	8,82	1-й причал – 459 т/добу; 2-й причал – 1369 т/добу; 3-й причал – 2608 т/добу	1 200,0	3,4-3,8
5. Річковий порт Ізмаїл	1 294 126 м ²	8,50	4 841,0 24 причали (2 618,6 м), користується 19 причалами 2182,73 п. м.	7,5
6. Річковий порт Рені	Спеціальна економічна зона – 943,6 тис. м ²	Максимальна виробнича потужність порту з урахуванням нафтоналивних вантажів складає 12,3 млн тонн (14,5), максимально досягнута у 1989 р. – 10,5 млн тонн	3 936,0	6,8 (2-7,5)
7. Миколаївський річковий порт	56,62	5,0	919,1	4,5-5,5 (7,6-8,5 на рейді)

Джерело: складено авторами.

На рисунках 1–8 – космічні знімки територій портів, отримані за даними комерційного космічного угруповання США – компанії Махаг, космічних апаратів WorldView-1, WorldView-2, WorldView-3, GeoEye-1.



Рис. 1. Космічний знімок порту Рені



Рис. 2. Космічний знімок порту Ізмаїл



Рис. 3. Космічний знімок порту Миколаїв



Рис. 4. Космічний знімок порту Херсон

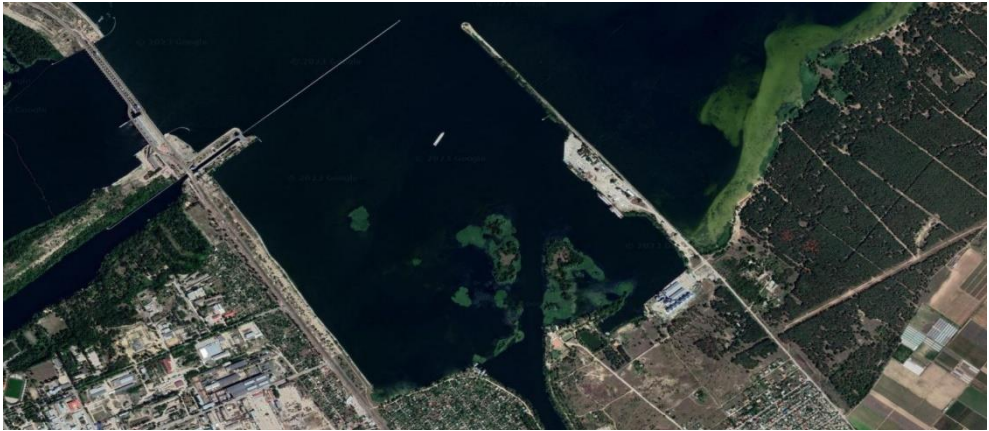


Рис. 5. Космічний знімок порту Нова Каховка



Рис. 6. Космічний знімок порту Запоріжжя



Рис. 7. Космічний знімок порту Дніпро



Рис. 8. Космічний знімок порту Київ

Задля вирішення поставлених завдань було проведено дослідження стану транспортно-логістичної інфраструктури України, а саме визначення забезпеченості річкових портів України іншими транспортними мережами суходолу.

На рис. 9 наведена схема розміщення морських і річкових портів на логістичному полігоні України. На рис. 10 та 11 наведені основні мережі автомобільних шляхів України та залізничного сполучення.

У табл. 2 наведені результати аналізу доступності найбільших річкових портів до транспортної мережі суходолу. Фактично було проаналізовано наявність залізничного і автомобільного транспорту поблизу або у межах порту та визначено значення показника (коефіцієнта) з використанням теорії графів.

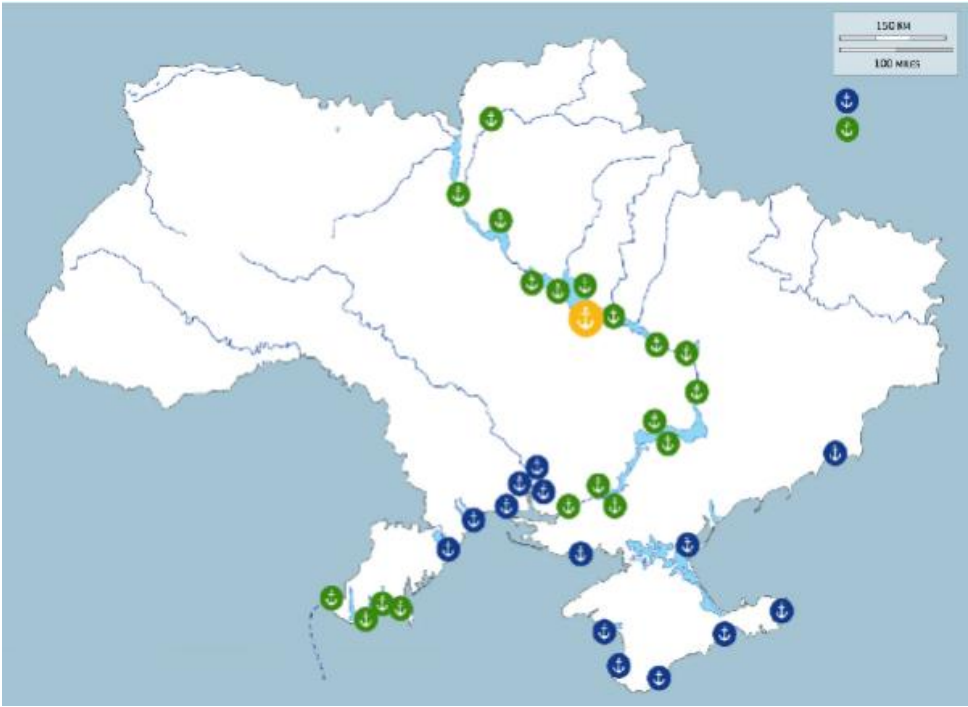


Рис. 9. Схема розміщення морських і річкових портів на логістичному полігоні України [7]

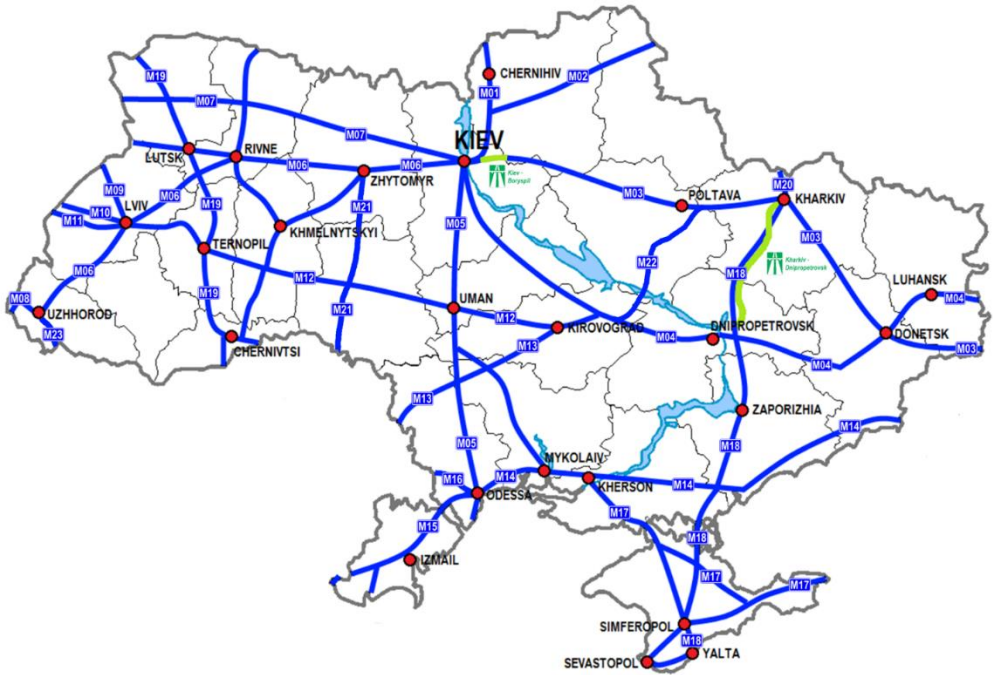


Рис. 10. Схема автомобільних шляхів на логістичному полігоні України [8]



Рис. 11. Схема шляхів залізничного сполучення в Україні [9]

Результати аналізу, що у систематизованій формі наведені в табл. 2, надали можливість встановити, що найкраща доступність до транспорту на цей момент часу є для річкових портів (порядок вказано за рівнем зниження рівня доступності) – Київського, Ренійського, Миколаївського, Запорізького, Дніпровського, Новокаховського та Ізмайльського.

Для оцінки рівня транспортної доступності зазначених портів була розглянута система міст, що є річковими портами в басейнах річок Дніпро, Дунай та Південний Буг, та визначені відстані між ними для автомобільного сполучення за допомогою ресурсу: <https://della.com.ua/distance/?cities=5231,208>.

У відповідності з географічними особливостями території країни вказані вище водні об'єкти (порти, термінали, причали) розміщені на прийнятних для здійснення економічно ефективних перевезень вантажів відстанях (табл. 3).

З метою побудови графа була побудована матриця суміжності за наявності прямих магістральних автодоріг між портовими містами на карті України (табл. 4).

Для побудови графа застосований програмний продукт Gephi, що має відкритий вихідний код для візуалізації і аналізу графів великих мереж. Gephi використовує механізм 3D-рендерінга для відображення графів в режимі реального часу та прискорення досліджень: The Open Graph Viz Platform. <https://gephi.org/>.

Таблиця 2. Доступність до транспортної мережі суходолу найбільших річкових портів

Порт	Наявність транспорту поблизу або у межах порту		Значення показника (коефіцієнта) доступності, %
	автомобільний	залізничний	
1. Дніпровський річковий порт	+ (транзит вантажівок через центр міста)	+ (залізничне сполучення з трьома станціями)	0,9
2. Запорізький річковий порт	+ (транзит вантажівок через центр міста)	+ (залізнична станція «Порт «Велике Запоріжжя»)	0,9
3. Київський річковий порт	+ (зручний під'їзд для габаритного автотранспорту)	+ (три колії – 2419 м, фронт навантажень 50 вагонів, ваговий комплекс)	1,0
4. Новокаховський річковий порт	- (близько 2 км до міжнародної траси М14)	- (відсутнє залізничне сполучення, найближча залізнична станція на відстані 2 км)	0,3
5. Річковий порт Ізмаїл	+	- (наявна колія без електрифікації)	0,6
6. Річковий порт Рені	+	- (наявна колія без електрифікації)	0,6
7. Миколаївський річковий порт	+	+	1,0

Джерело: складено авторами.

Таблиця 3. Відстань між річковими портами, терміналами, причалами автошляхами, км

Портові міста	р.Дніпро				
	Київ	Дніпро	Запоріжжя	Нова Каховка	Херсон
Київ	0	473	570	780	844
Дніпро	473	0	97	307	371
Запоріжжя	570	97	0	210	274
Нова Каховка	780	307	210	0	64
Херсон	844	371	274	64	0
Ізмаїл	719	826	780	529	459
Рені	781	786	875	591	521
Миколаїв	967	494	397	187	123

Продовження таблиці 3

Портові міста	р. Дунай		р. Південний Буг
	Ізмаїл	Рені	Миколаїв
Київ	719	781	967
Дніпро	826	786	494
Запоріжжя	780	875	397
Нова Каховка	529	591	187
Херсон	459	521	123
Ізмаїл	0	69	391
Рені	69	0	464
Миколаїв	391	464	0

Таблиця 4. Матриця суміжності портових міст за автошляхами (магістральними автодорогами) з вагою зв'язків 1

Портові міста	р. Дніпро					р. Дунай		р. Південний Буг
	Київ	Дніпро	Запоріжжя	Нова Каховка	Херсон	Ізмаїл	Рені	Миколаїв
Київ	0	1	0	0	0	0	0	1
Дніпро	1	0	1	0	0	0	0	1
Запоріжжя	0	1	0	1	0	0	0	0
Нова Каховка	0	0	1	0	1	0	0	0
Херсон	0	0	0	1	0	0	0	1
Ізмаїл	0	0	0	0	0	0	1	1
Рені	0	0	0	0	0	1	0	0
Миколаїв	1	1	0	0	1	1	0	0

Розмір вершини на рисунку відповідає її ступеню зв'язності, тобто кількості інцидентних ребер (рис. 12).

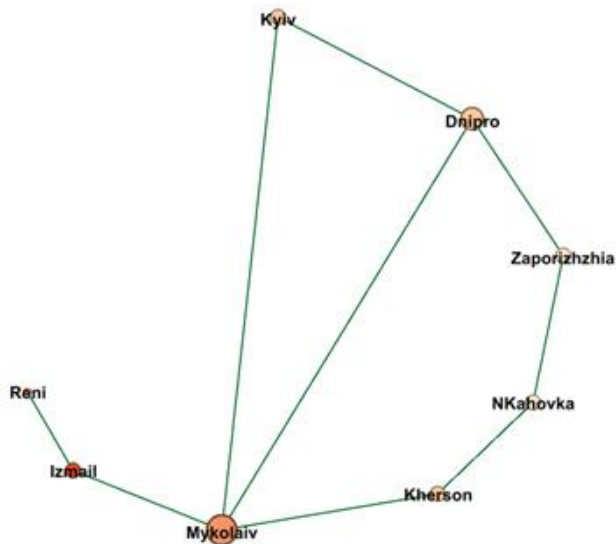


Рис. 12. Граф транспортної доступності найбільших річкових портів України

Статистика для графу є такою:

- 1) Середній зважений ступінь вершин 2,25;
- 2) Діаметр графа 4;
- 3) Щільність 0,32;
- 4) Середня довжина шляху 2,036 (довжиною шляху в графі між парою вершин називається кількість ребер між відповідними вершинами).

Розрахуємо індекси доступності для випадку, коли вага зв'язку дорівнює 1, тобто вказує на наявність прямого автошляху між портами.

Абсолютний індекс доступності вершини (дорівнює сумі всіх відстаней до інших вершин графа) та число Кеніга (що дорівнює максимальній відстані між відповідними вершинами). Для цього будуємо матрицю найкоротших відстаней між кожною парою вершин графа (табл. 5).

Таблиця 5. Матриця найкоротших відстаней між вершинами графа

Портові міста	р.Дніпро					р.Дунай		р.Південний Буг
	Київ	Дніпро	Запоріжжя	Нова Каховка	Херсон	Ізмаїл	Рені	Миколаїв
Київ	0	1	2	3	2	2	3	1
Дніпро	1	0	1	2	2	2	3	1
Запоріжжя	2	1	0	1	2	3	4	2
Нова Каховка	3	2	1	0	1	3	4	2
Херсон	2	2	2	1	0	2	3	1
Ізмаїл	2	2	3	3	2	0	1	1
Рені	3	3	4	4	3	1	0	2
Миколаїв	1	1	2	2	1	1	2	0

Результати розрахунків узагальнені у табл. 6.

Таблиця 6. Результати оцінки транспортної доступності портів

Портові міста	Абсолютний індекс доступності вершини	Число Кеніга	Індекси Бавелаша	Індекси Бошема
Київ	14	3	8,14	0,50
Дніпро	12	3	9,50	0,58
Запоріжжя	15	4	7,60	0,47
Нова Каховка	16	4	7,13	0,44
Херсон	13	3	8,77	0,54
Ізмаїл	14	3	8,14	0,50
Рені	20	4	5,70	0,35
Миколаїв	10	2	11,40	0,70

Отримані результати свідчать про те, що Миколаїв має найменший абсолютний індекс доступності, отже є центральним для даної системи міст, що є річковими портами. Цей висновок підтверджує і мінімальне значення числа Кеніга.

До відносних показників належать індекси Бавелаша та Бошема.

Індекс Бавелаша певної вершини розраховується як частка від сумарного абсолютного індексу доступності за всіма вершинами до індексу абсолютної доступності відповідної вершини. Центральною вершиною вважається вершина з найбільшим значенням індексу, що знову належить Миколаєву.

Для індексу Бошама маємо аналогічний результат. Він показує співвідношення між протяжністю показника абсолютної транспортної доступності та кількістю вершин графа, тобто центрів системи річкових портів.

Отже, як бачимо, Миколаївський порт є найбільш інфраструктурно забезпеченим у системі розглянутих портових міст, оскільки він має сполучення як водним шляхом, так і сухоходом. Найгірша ситуація, на нашу думку, спостерігається щодо портів Рені та Ізмаїл, оскільки тільки в цих портах відсутнє електрифіковане залізничне сполучення з іншими містами. Вже досить тривалий час обговорюється доцільність електрифікації наявної ділянки залізничного сполучення, яку для пасажирського сполучення обслуговують дизельним транспортом. Але, на жаль, це питання є тільки серед планових заходів.

Висновки

Результати досліджень показали, що в умовах воєнного стану, окупації морського простору, руйнування значної кількості інфраструктури країни, з метою забезпечення національної безпеки та сталого функціонування економіки України існує необхідність створення мережевої моделі транспортної логістики. Нагальною є потреба у створенні системи логістичного управління використанням судноплавних внутрішніх водних шляхів, а саме судноплавних ділянок річок Дніпро та Південний Буг та суднового ходу «Дунай – Чорне море» з можливістю подальшого розширення цієї системи і доєднання до коридору Рейн-Дунай. Задля вирішення безпекових завдань існує необхідність в створенні транспортно-логістичної системи, яка одночасно забезпечує можливості використання внутрішніх водних шляхів, інфраструктури залізничного та автомобільного транспорту. Застосування ГІС-технологій та БПЛА, як інструментів оперативного реагування на надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, підвищать ефективність функціонування такої системи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горошко К. О., Аляб'єва О. М. Річковий транспорт як вирішення проблем «зернової логістики». Агросвіт. №24. 2017. С. 49-52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit_2017_24_10. (дата звернення 20.02.2023).
2. Іртищева І., Бойко Є. Розвиток річкової інфраструктури як елемента аграрної логістики в контексті ресурсозберігаючої політики, 2016. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/163025/32-Irtyshcheva.pdf?sequence=1> (дата звернення: 20.02.2023).
3. Окорочов А. М., Вернигора Р. В., Цупров П. С. Річковий транспорт України: сучасний стан та перспективи використання. Зб. наук. праць Дніпропетровського нац. ун-ту заліз. транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2016. Вип. 12. С. 62-68. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpdnu_tstp_2016_12_12 (дата звернення 20.02.2023).

4. Сліпенко А.К., Манаєнко І.М. Розвиток річкового транспорту України в умовах світових тенденцій енергоефективності. Актуальні проблеми економіки та управління. 2019. № 13. URL: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/167629> (дата звернення: 20.02.2023).
5. Тимошук О. М., Горошко К. О. Європейський досвід забезпечення розвитку річкових судноплавних компаній. Проблеми економіки. 2015. № 4. С. 73-78.
6. Шахов А.В., Росомаха О.І., Росомаха О.А. Річковий транспорт в Україні. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. 2019. № 3 (68). С. 5-15.
7. Схема розміщення морських і річкових портів на логістичному полігоні України. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/po-dnipru-po-bugu-problemi-i-perspektivi-rozvitku-vodnogo-transportu>
8. Схема автомобільних шляхів на логістичному полігоні України. URL: https://www.wikiwand.com/uk/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D1%88%D0%BB%D1%8F%D1%85%D0%B8_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8#Media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Ukraine_Major_Roads.png
9. Схема шляхів залізничного сполучення в Україні. URL: <https://megaobzor.net/kartyi-zheleznyih-dorog-ukrainyi/>

Стаття надійшла до редакції 21.03.2024 і прийнята до друку після рецензування 24.05.2024

REFERENCES

1. Horoshko, K.O., Aliabieva, O.M. (2017). Richkovyi transport yak vyrishennia problem «zernovoi lohistyky». *Ahrosvit*, 24, 49-52. Retrieved 20.02.2023 from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit_2017_24_10
2. Irtysheva, I., Boiko, Ie. (2016). Rozvytok richkovoї infrastruktury yak elementa agrarnoi logistyky v konteksti resursozberigaiuchoї polityky. Retrieved 20.02.2023 from: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/163025/32-Irtysheva.pdf?sequence=1>
3. Okorokov, A.M., Vernygora, R.V., Tsuprov, P.S. Richkovyi transport Ukrainy: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku. *Zb. nauk. prats Dnipropetrovskogo nats. un-tu zaliznychnogo transportu imeni akademika Lazariana*, 12, 62-68. Retrieved 20.02.2023 from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpdnu_tstp_2016_12_12
4. Slipenko, A.K., Manaienko, I.M. (2019). Rozvytok richkovogo transportu Ukrainy v umovakh svitovykh tendentii energoefektyvnosti. *Aktualni problemy ekonomiky ta upravlinnia*, 13. Retrieved 20.02.2023 from: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/167629>
5. Tymoshchuk, O.M., Goroshko, K.O. (2015). Yevropeiskyi dosvid zabezpechennia rozvytku richkovykh sudnoplavnykh kompanii. *Problemy ekonomiky*, 4, 73-78.
6. Shakhov, A.V., Rosomakha, O.I., Rosomakha, O.A. (2019). Richkovyi transport v Ukraini. *Rozvytok metodiv upravlinnia ta gospodariuvannia na transporti*, 3 (68), 5-15.
7. Scheme of Placement of Sea and River Ports on the Logistics Polygon of Ukraine. Retrieved from: <https://agravery.com/uk/posts/show/po-dnipru-po-bugu-problemi-i-perspektivi-rozvitku-vodnogo-transportu>
8. Scheme of Roadways on the Logistics Polygon of Ukraine. Retrieved from: https://www.wikiwand.com/uk/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D1%88%D0%BB%D1%8F%D1%85%D0%B8_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8#Media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Ukraine_Major_Roads.png
9. Scheme of Railway Routes in Ukraine. Retrieved from: <https://megaobzor.net/kartyi-zheleznyih-dorog-ukrainyi/>

The article was received 21.03.2024 and was accepted after revision 24.05.2024

Горошкова Лідія Анатоліївна

доктор економічних наук, професор, професор кафедри екології Національного університету «Києво-Могилянська академія»

Адреса робоча: вул. Григорія Сковороди, 2, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7142-4308> **e-mail:** goroshkova69@gmail.com

Бакурова Анна Володимирівна

доктор економічних наук, професор, професор кафедри системного аналізу та обчислювальної математики Національного університету «Запорізька політехніка»

Адреса робоча: вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6986-3769> **e-mail:** abaka111060@gmail.com

Сумець Олександр Михайлович

доктор економічних наук, доцент, старший науковий співробітник Науково-дослідної лабораторії «Науки про Землю» Національного університету «Києво-Могилянська академія»

Адреса робоча: вул. Григорія Сковороди, 2, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-3857> **e-mail:** sumets.alexander@gmail.com

Триснюк Василь Миколайович

доктор технічних наук, професор, завідувач відділу досліджень навколишнього середовища Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України

Адреса робоча: вул. Чоколівський бульвар, 13, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9920-4879> **e-mail:** trysnyuk@ukr.net

Шумейко Віктор Олександрович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу досліджень навколишнього середовища Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України

Адреса робоча: вул. Чоколівський бульвар, 13, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0285-4566> **e-mail:** shym1983@ukr.net