

КІБЕРНЕТИКА та КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Сучасний стан басейну Дунаю сформований під значним впливом України та її західних сусідів. Успішне міжнародне співробітництво є запорукою досягнення стратегічних цілей України у сфері політики безпеки, добросусідства та євроатлантичної інтеграції. Особливо важлива економічна складова, зокрема використання транспортних коридорів, включаючи водні шляхи Дунайського басейну. Як повноправний член Дунайської конференції 1948 року та відповідної Дунайської комісії, Україна має широкі можливості для використання водних шляхів у своїх інтересах. Присутність України на Дунаї означає взаємодію з 18 європейськими державами басейну та опосередковану взаємодію з найбагатшими країнами світу через водний шлях Майн – Канал – Дунай. Підтримка, експлуатація та створення нових водних шляхів потребують ефективних суспільних і державних інститутів, здатних до міжнародної конкуренції та співпраці. Інтегроване управління водними ресурсами потребує всебічного аналізу на основі сучасних технологій.

Ключові слова: внутрішні водні шляхи, транспортні мережі, індекс логістичної ефективності, прибережні і неприбережні країни.

© В.М. Горбачук, М.С. Дунаєвський,
С.-Б. Сулейманов, В.В. Годлюк,
Д.О. Рибачок, 2024

УДК 656.61 + 338.47

DOI:10.34229/2707-451X.24.4.2

В.М. ГОРБАЧУК, М.С. ДУНАЄВСЬКИЙ, С.-Б. СУЛЕЙМАНОВ,
В.В. ГОДЛЮК, Д.О. РИБАЧОК

ДУНАЙСЬКИЙ БАСЕЙН ЯК ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ КОРИДОР МІЖ ЗАХОДОМ ТА СХОДОМ

Вступ. Транс'європейська транспортна мережа (TEN-T) – це запланована Транс'європейська дорожня мережа, Транс'європейська залізнична мережа (Транс'європейська мережа високошвидкісних залізниць (TEN-R) + Транс'європейська звичайна залізнична мережа), Транс'європейська аеропортова мережа, Транс'європейська мережа внутрішніх водних шляхів (включаючи внутрішні порти), Транс'європейська мережа морських портів, Автомагістралі Моря, Транс'європейська комбінована транспортна мережа, Транс'європейська мережа управління судноплавством та інформацією, Транс'європейська мережа управління повітряним рухом (включаючи ініціативу Єдиного Європейського неба, запущену в 1999 році, і спільне підприємство SESAR (Single European Sky ATM Research), запущене в 2021 році), Транс'європейська мережа позиціонування та навігації (включаючи глобальну навігаційну супутникову систему Galileo, запущену в 1999 році) [1].

TEN-T є частиною ширшої системи Транс'європейських мереж (TENs), яка включає телекомунікаційну мережу (eTEN) і пропонувану енергетичну мережу (TEN-E, Ten-Energy). Перші плани дій TENs були прийняті у 1990 році Європейською Комісією (ЄК) після возз'єднання Німеччини [2].

Відповідно до розділу 8, статті 16, правових положень (виправлених) СОМ (2009) 391 – Керівні принципи Співтовариства щодо розвитку Транс'європейської транспортної мережі, Транс'європейська мережа управління судноплавством та інформаційна мережа стосується прибережних і портових систем управління судноплавством, систем позиціонування суден, систем звітності для суден, що перевозять небезпечні або забруднюючі матеріали, систем зв'язку для безпеки на морі та в разі надзвичайних ситуацій. Аналогічно, відповідно до розділу 10 статті 18 цих положень, Транс'європейська мережа систем позиціонування та навігації включає супутникові системи позиціонування та навігації.

TEN-T передбачає узгоджене покращення основних доріг, залізниць, внутрішніх водних шляхів, аеропортів, морських портів, внутрішніх портів, систем управління рухом, забезпечуючи інтегровані та інтермодальні високошвидкісні маршрути на великі відстані. Рішення про розвиток TEN-T було прийнято у 1996 році Європейським парламентом та Європейською радою. ЄС працює над просуванням мереж, поєднуючи керівництво, координацію, керівництво та фінансові аспекти розвитку TEN-T.

Проекти TEN-T технічно та фінансово управляються з 2006 року Виконавчим агентством Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T EA), з 2014 року Агентством з інновацій та мереж (INEA), з 2022 року – Виконавчим агентством з питань клімату, інфраструктури та навколишнього середовища (CINEA).

У 2013 році TEN-T EA оголосило про 9 основних мережевих коридорів замість колишніх 30 пріоритетних проєктів:

1. Балтійсько–Адріатичний коридор (Польща – Чехія/Словаччина – Австрія – Італія);
2. Північноморсько–Балтійський коридор (Фінляндія – Естонія – Латвія – Литва – Польща – Німеччина – Нідерланди/Бельгія);
3. Середземноморський коридор (Іспанія–Франція – Північна Італія – Словенія – Хорватія–Угорщина);
4. Східно–Середземноморський коридор (Німеччина – Чехія – Австрія/Словаччина – Угорщина – Румунія – Болгарія – Греція – Кіпр);
5. Скандинавсько–Середземноморський коридор (Фінляндія – Швеція – Данія – Німеччина – Австрія – Італія);
6. Рейнсько–Альпійський коридор від Північного моря (Нідерланди/Бельгія – Німеччина – Швейцарія – Італія);
7. Атлантичний коридор (раніше відомий як Лісабон – Страсбург) (Португалія – Іспанія – Франція);
8. Коридор Північне море – Середземне море (Ірландія – Велика Британія – Нідерланди – Бельгія – Люксембург – Франція (Марсель));
9. Рейнсько–Дунайський коридор (Німеччина – Австрія – Словаччина – Угорщина – Румунія з відгалуженням Німеччина – Чехія – Словаччина).

1. 9 коридорів TEN-T

Проект "Corridor 9" фінансується з 2014 року. У 2021 році, відповідно до Регламенту ЄС 2021/1153 (Connecting Europe Facility 2), 9 коридорів основної мережі були розширені (коридори 2, 5 та 7 отримали значні розширення), і внаслідок Brexit, коридор 8 змінився на Ірландія – Бельгія – Нідерланди та Ірландія – Франція. У 2021 році ЄК запропонувала виключити коридори 4 та 8 з основної мережі, інтегруючи їх у коридори 6 та 9, а також створюючи нові спрямовані коридори між Балтійським, Чорним, Егейськими морями та Західними Балканами.

У 2017 році розвиток TEN-T на Балканах (Албанія, Боснія і Герцеговина, Косово, Північна Македонія, Сербія, Чорногорія) було доручено Південно-східному європейському транспортному співтовариству, заснованому в 2004 році. У 2017 році було прийнято рішення про подальше розширення TEN-T на Східну Європу та включення до нього держав-членів Східного партнерства, започаткованого в 2009 році, яке на 2024 рік включає всі 27 держав-членів ЄС (після Brexit) та 5 східноєвропейських держав, які не є членами ЄС (Азербайджан, Вірменія, Грузія, Молдова, Україна).

У 2021 році було запропоновано розширити TEN-T на Велику Британію, Туреччину, Швейцарію, Південний Середземномор'я та Західні Балкани. У 2022 році було погоджено з'єднати європейські транспортні коридори з Молдовою та Україною. У 2023 році було рекомендовано розши-

риту TEN-T на Молдову та Україну за допомогою залізничі стандартного розміру 1435 мм щоб сприяти інтеграції цих країн до залізничних мереж ЄС, дозволивши на деяких лініях використовувати колію 1520 мм, щоб уникнути перебоїв під час (пере)будівництва.

2. Індекс ефективності логістики

Оскільки логістика має багато вимірів, вимірювання та виведення показників ефективності в різних країнах стає складним завданням. Щоб його вирішити, варто розпочати з більш доступної інформації, наприклад, інформації про час та витрати, пов'язані з логістичними процесами (обробка в порту (відвантаження, перевантаження, зберігання), митне оформлення, транспортування і т. д.). Якщо ця інформація про час та витрати повністю зібрана, то її агрегування в один набір даних, стабільний для країни, вимагатиме врахування структурних відмінностей ланцюгів постачання у різних країнах. Крім того, багато критичних елементів якісної логістики (прозорість і якість обробки, передбачуваність та надійність обслуговування) не можуть бути оцінені лише за цією інформацією про час та витрати.

Побудова міжнародного Логістичного Індексу Продуктивності (LPI) базується на первинних даних відповідей на розділи 4–9 спеціального регулярного опитування, яке проводиться Світовим банком з 2007 року (розділи можуть відрізнятися для опитувань різних років) [3]:

- оцініть ефективність митного оформлення (швидкість, простоту та передбачуваність формальностей) при контролі на кордоні у вказаній країні;
- оцініть якість транспортної та пов'язаної з торгівлею інфраструктури (наприклад, порти, залізниці, дороги, інформаційні технології тощо) у певній країні;
- оцініть легкість організації поставок за конкурентними цінами в дану країну;
- оцініть загальний рівень компетентності та якості логістичних послуг (наприклад, транспортних операторів, митних брокерів) у певній країні;
- оцініть можливість відстежувати та простежувати свої вантажі при доставці в дану країну;
- як часто при організації перевезень до зазначених країн вантажі доходять до отримувача в запланований або очікуваний термін доставки.

Кожен респондент опитування оцінює до 8 іноземних ринків згідно з 6 основними компонентами логістичної продуктивності.

Ці 8 країн вибираються, на основі випадкового вибору, з урахуванням найважливіших експортних та імпорتنих ринків країни, де знаходиться респондент, для країни без доступу до моря ці 8 країн – це сусіди, які утворюють частину суходільного мосту, що з'єднує їх з міжнародними ринками.

У методології вибору груп країн для респондентів опитування кожна країна характеризується парою (i, j) , де $i = 1, 2$, $j = 1, 2, 3$:

$i = 1$ – країна має доступ до моря (прибережна країна);

$i = 2$ – країна, яка не має прямого доступу до моря;

$j = 1$ – країна має низький рівень доходу (відповідно до класифікації Світового банку);

$j = 2$ – країна має середній рівень доходу;

$j = 3$ – країна має високий рівень доходу.

Для країн категорії (1, 1) вибираються наступні 8 країн: 5 найважливіших експортних країн-партнерів + 3 найважливіші імпорتنі країни-партнери.

Для країн категорії (2, 1) вибираються наступні 8 країн: 4 найважливіших експортних країн-партнерів + 2 найважливіших імпорتنі країни-партнери + 2 країни з вищезазначеного суходільного мосту.

Для країн категорії (1, 2) вибираються наступні 8 країн: 3 найважливіші експортні країни-партнери + 1 найважливіша імпортна країна-партнер + 4 країни, вибрані випадковим чином, по од-

ній з кожної групи а) Африка, б) Східна і Центральна Азія, с) Латинська Америка, d) Європа без Центральної Азії та Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР).

Для країни категорії (2, 2) вибираються наступні 8 країн: 3 найважливіші експортні країни-партнери + 1 найважливіша імпортерна країна-партнер + 2 країни з суходільного мосту + 2 країни, вибрані випадковим чином, по одній з кожної групи е) Африка, Східна і Центральна Азія, Латинська Америка (групи а), б), с) разом), d) Європа без Центральної Азії та ОЕСР.

Для країни категорії (1, 3) або (2, 3) вибираються наступні 8 країн: 1 країна, вибрана випадковим чином зі списку 5 найважливіших експортних країн-партнерів, + 1 країна, вибрана випадковим чином зі списку 5 найважливіших імпорتنних країн-партнерів, + 4 країни, вибрані випадковим чином, по одній з кожної групи а), б), с), d), + 2 країни, вибрані випадковим чином з комбінації груп а) – d).

Учасники опитування беруть участь у опитуванні онлайн. Опитування для [3] було відкрите з 6 вересня по 5 листопада 2022 року. Механізм веб-опитування був введений у 2012 році і не змінювався з того часу. Він включає підхід випадкового вибору, рівномірно розподілений за вибіркою, для отримання максимальної кількості відповідей з недорозвинених країн. Оскільки опитувальний механізм ґрунтується на спеціалізованій методології вибору країн для респондентів на основі великого обсягу торгівлі між країнами, цей підхід може допомогти країнам з низьким обсягом торгівлі стати видимими під час вибору країни.

Цей механізм формує вищезгаданий набір з 8 країн для респондентів опитування. Після 200 опитувань зазначений підхід впроваджується в процес механізму відбору країн. Для кожного нового респондента опитування цей підхід вимагає відповіді з країни, обраної випадковим чином, але з нерівномірною ймовірністю та з вагами, обраними для приведення розподілу вибірки до рівномірного. Зокрема, країна k обирається з ймовірністю $(N - n_k) / (2N)$, де n_k – розмір вибірки країни k на даний момент, N – загальний розмір вибірки. Коли n_k стає більшим за 100, механізм відбору країн виключає з пулу країни з надмірною вибіркою, щоб збільшити кількість відповідей з недостатньо представлених країн.

Міжнародний LPI – це комплексний показник ефективності логістичного сектору, що поєднує дані про 6 ключових операційних компонентів в єдиний агрегований показник. Якщо деякі респонденти не надали інформацію за всіма 6 компонентами, для заповнення пропущених значень використовувалася інтерполяція. Для кожного питання відсутнє значення замінювалося середнім значенням відповіді країни, скоригованим на середнє відхилення респондента від середнього значення країни у відповідях на питання.

Вищезгадані ключові компоненти:

1. Митниця (ефективність митного та прикордонного оформлення), оцінена (від дуже низької (1) до дуже високої (5) у розділі 4) опитування.
2. Інфраструктура (якість торговельної та транспортної інфраструктури), оцінена в розділі 5) опитування.
3. Міжнародні перевезення (легкість організації перевезень за конкурентними цінами), оцінена в розділі 6) опитування.
4. Компетентність та якість логістичних послуг, оцінена в розділі 7) опитування.
5. Можливість відстежувати та простежувати вантажі, оцінені в розділі 8) опитування.
6. Своєчасність (частота, з якою вантажі надходять у заплановані або очікувані терміни доставки), оцінена від майже ніколи (1) до майже завжди (5) у розділі 9) опитування.

Загальний бал LPI розраховується на основі індикаторів 1–6 за допомогою методу аналізу головних компонент (PCA) – стандартного статистичного методу, що використовується для зменшення розмірності набору даних. В LPI вхідними даними для аналізу головних компонент є бали

країни за розділами 4)–9), усереднені за всіма респондентами, які надали дані щодо певного зовнішнього ринку.

Оцінки нормалізуються шляхом віднімання середнього значення вибірки та ділення на стандартне відхилення до проведення PCA. Результатом аналізу є єдиний показник (індекс LPI), який є середньозваженим значенням цих оцінок. Коефіцієнти обираються так, щоб максимізувати відсоток варіації початкових показників 1–6 LPI, який враховується у підсумковому показнику.

Перше (основне) власне значення кореляційної матриці ключових показників 1–6 більше за 1 і значно більше за будь-яке інше власне значення [4]. Стандартні статистичні тести (наприклад, тест Кайзера [5] та графік власних значень компонент) пропонують залишити одну головну компоненту для узагальнення основних даних. Таким головним компонентом є міжнародний показник LPI, на який припадає 91 % варіації в компонентах 1–6.

3. Сполучення Північного та Чорного морів

Канал Рейн-Майн-Дунай у Німеччині з'єднує річкові басейни Північного та Чорного морів, логістично з'єднуючи східну та західну частини Європи та забезпечуючи судноплавне сполучення між дельтою Рейну (Нідерланди) та дельтою Дунаю (Румунія, Україна). Загальна довжина річкового шляху між гирлом Дунаю в Чорному морі та впаданням Рейну в Північне море становить 3 504 км. Ця водна артерія є однією з найважливіших сучасних транспортних магістралей, що з'єднує десятки найрозвиненіших індустріальних міст світу, в тому числі 4 європейські столиці (Белград, Братиславу, Будапешт, Відень).

Ідея з'єднання річок Майн та Дунаю (давня назва – річка Істер) виникла в 8 столітті в ході розвитку об'єднаної Європи. У 792–793 роках, за наказом Карла Великого, було прокладено канал Фосса-Кароліна завдовжки 3–6 км, який з'єднував річку Альтмюль у Баварії (лівий притік Дунаю) та річку Швабська Резат (річка Швабська Резат, 33 км, правий притік річки Редніц, 124 км (лівий притік річки Регніц, 58 км у Франконії (лівий притік Майну, 524 км у штатах Баварія, Баден-Вюртемберг, Гессен))) у середній Франконії.

У 19 столітті (1836–1846 роки) був прокладений альтернативний 178 км канал Людвіга (для транспортування деревини) з приблизно 100 шлюзами, названий на честь короля Людвіга I Баварського. Протягом Першої та Другої світових воєн був побудований ще один альтернативний канал на південь від Нюрнберга – Міндорфська лінія. Канал Людвіга був частково зруйнований під час Другої світової війни і не працює з 1950 року. Рейн-Майн-Дунайський канал був побудований між 1921 і 1992 роками. Цей канал має довжину 171 км та має 16 шлюзів, побудованих між 1964 і 1991 роками. Канал перевозить обсяги вантажів (головним чином з Німеччини та Нідерландів), які в декілька разів перевищують заплановані під час його будівництва.

Нова європейська транспортна стратегія орієнтована не лише на показники ефективності, а й на збереження довкілля та мінімізацію шкідливих викидів у біосферу. Такий ефект потенційно приносить більш активне використання водного транспорту, який розвантажує автомобільні дороги і є більш екологічним видом транспорту (одна баржа може замінити в середньому близько 100 вантажівок).

Відповідно до кращих практик ЄС, необхідно диверсифікувати транспортні послуги, наслідуючи досвід найбагатших країн світу в басейні Дунаю, щодо експлуатації річкового транспорту та суден типу «річка-море», враховуючи різні ризики та можливі форс-мажорні обставини в Балтійсько-Чорноморсько-Каспійському регіоні, де час від часу опиняються заблокованими кілька важливих портів і транспортних коридорів. Деякі транспортні коридори є регульованими.

Таблиця вказує на взаємозв'язок між значенням LPI [4] та індексом IWL/(T^{0.5}) [6], підкреслюючи роль внутрішніх водних шляхів для глобальної логістики. У свою чергу, складні мережі внут-

рішних водних шляхів та відповідні транспортні засоби потребують сучасних технологій, продуктів та послуг.

ТАБЛИЦЯ. Площа басейна річки Дунай (BA) (км²), частка басейну річки Дунай (BS) (%), територія (T) (км²), значення LPI, співвідношення довжини внутрішньо водного шляху (IWL) до T^{0.5} для країн Дунайського басейну [4, 6]

Країна / Індикатор	BA	BS	T	LPI	IWL/(T ^{0.5})
<i>з доступом до моря</i>					
Румунія	232193	28.99	238397	3.2	3.55
Німеччина	56184	7.01	357386	4.1	12.49
Болгарія	47413	5.92	110994	3.2	1.41
Боснія і Герцеговина	36636	4.57	51129	3.0	
Хорватія	34965	4.36	56594	3.3	3.30
Україна	30520	3.81	603628	2.7	2.15
Чорногорія	7075	0.88	13812	2.8	
Італія	565	0.07	301340	3.7	4.37
Польща	430	0.05	312696	3.6	7.15
Албанія	126	0.02	28748	2.5	0.24
<i>без доступу до моря</i>					
Угорщина	93030	11.61	93030	3.2	5.32
Сербія	81560	10.18	88361	2.8	1.97
Австрія	80423	10.04	83879	4.0	1.24
Словаччина	47084	5.88	49035	3.3	0.78
Чехія	21688	2.71	78866	3.3	2.36
Словенія	16422	2.05	20273	3.3	
Молдова	12834	1.60	33846	2.5	3.03
Швейцарія	1809	0.23	41285	4.1	6.36
Північна Македонія	109	0.01	25713	3.1	
Загалом BA	801066				

4. Високотехнологічні розробки в басейні Дунаю

Країни Дунайського басейну – це 9 країн, що формально не мають виходу до моря і 10 прибережних країн. Слід зазначити, що медіанне значення LPI для країн, що не мають виходу до моря, дорівнює 3,3 і є вищим, ніж для прибережних країн, яке дорівнює 3,2. Він корелює з медіанним значенням BS для країн, що не мають виходу до моря, яке дорівнює 4,3% і є вищим, ніж для прибережних країн, яке дорівнює 4,085 %. Таким чином, з точки зору глобальної логістики, будь-яка присутність в басейні Дунаю є більш важливою, ніж прямий доступ до моря.

Це пояснюється надійністю залізничних сполучень з країн, що не мають виходу до моря в басейні Дунаю, та наявністю непрямого доступу до моря для цих країн. У свою чергу, ця надійність і доступність пояснюється ефективною міжнародною співпрацею країн Дунайського басейну в рамках різних європейських і трансатлантичних організацій, включаючи Дунайську комісію, яка станом на 2024 рік налічуватиме 10 членів. Наприклад, Молдова приєдналася до Дунайської комісії в 1998 році завдяки міжнародній співпраці з Україною. Сьогодні Молдова має кращий індекс IWL/(T^{0.5}), ніж Україна. З іншого боку, Україна використовує всі коридори TEN-T для міжнародної торгівлі.

Впровадження сталих транспортних технологій у судноплавстві має важливе значення для інтеграції транспортної системи у внутрішній логістичний ланцюг. Безперешкодна інтеграція передбачає підвищення якості послуг транспортної системи, включаючи відстеження та прослідковуваність, гнучкість та надійність. Одеський національний морський університет у співпраці з Кіберцентром України розробив сучасні підходи до управління водним транспортом [2, 7]. Державний університет інфраструктури та технологій роз'яснює цінності LPI та IWL для України [8]. Антверпенський університет (Бельгія) досліджує сучасні транспортні технології в Україні [9]. Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України обґрунтував вузлові та маршрутні характеристики транспортних мереж [10]. Крім технологічних питань для міжнародних водних шляхів, важливими є питання міжнародної конкуренції та інформаційної асиметрії [11, 12], які спостерігаються для Чорноморського регіону в усі століття і тисячоліття. Ці проблеми характерні для будь-яких транспортних коридорів реального світу.

Достовірну інформацію про рейси внутрішніх суден можна отримати за допомогою автоматичної ідентифікаційної системи (AIS), співпраці та покращення обміну інформацією між відповідними органами влади та вантажовідправниками, автоматизованих річкових інформаційних служб та систем, збору даних від декількох постачальників послуг та користувачів, обробки цих даних для надання інформації багатьом установам в залежності від стану руху суден.

Для підвищення конкурентоспроможності необхідне комплексне впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ICT) на водному транспорті. Впровадження ICT дозволить ефективно передавати інформацію або дані між зацікавленими сторонами судноплавства. Різноманітні моделі та засоби (наприклад, відеоспостереження, неметричні стаціонарні камери тощо) для відстеження барж і суден на річках дозволяють надійно прогнозувати їхнє місцезнаходження.

У 1999 році в рамках технологічного проекту ЄС INDRIS (Inland Navigation Demonstrator for River Information Services (RIS)) було успішно продемонстровано технічну можливість створення телематичної системи на основі радіопередачі даних для судноплавства. На основі результатів цього проекту Австрійська судноплавна адміністрація та компанія Via Donau розробили концепцію RIS на Дунаї. INDRIS розробив ряд концепцій і пропозицій щодо стандартизації RIS:

- функціональне визначення концепції RIS від 1998 р;
- стандартизація даних з 1998 року;
- стандарти для тактичного обміну даними, зв'язку і повідомлень (Inland AIS) від 1998 року;
- стандартизація передачі даних (AIS, ГНСС (Глобальна навігаційна супутникова система),

Інтернет) з 1999 року.

Керівні принципи та рекомендації RIS 1999 року (використані як відправна точка для Керівних принципів RIS 2002 року Робочої групи 24 Всесвітньої асоціації інфраструктури водного транспорту (Постійна міжнародна асоціація навігаційних конгресів (PIANC); заснована у 1885 році)).

У 2004–2007 роках Міністерство наукових досліджень Німеччини фінансувало програму Арго як партнерство океанографічних установ – Інституту Альфреда Вегенера (AWI), Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Institut für Meereskunde (IfM) – Центру океанології GEOMAR ім. Гельмгольца. З 2008 року ця програма, яка досягла операційного рівня, фінансується Міністерством транспорту Німеччини. Арго у співпраці з INDRIS розробила бортову комп'ютерну систему – Inland ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) для відображення електронних навігаційних карт та додаткової інформації про навколишнє середовище судна;

– концепція архітектури RIS була розроблена тематичною мережею WATERMAN (WATERborne Traffic and Transport MANAGEMENT), що фінансувалася ЄС у 2000–2003 роках як дослідницька діяльність в рамках 5-ї Рамкової програми ЄС у сферах морської навігації (Vessel Traffic Management and Information System, VTMIS) та RIS;

– кодові стандарти (країна, місце розташування, термінал, тип судна, вантаж);
 – сценарії RIS;
 – стандарти обміну даними EDIFACT (Electronic Data Interchange For Administration) з механізмом оновлення цифрових карт S-57 (тип формату ENC); векторний формат, заснований на об'єктній моделі S-57, яка визначає гідрографічну інформацію як поєднання описових і просторових характеристик).

Приватне акціонерне товариство «Українське Дунайське пароплавство» (УДП) (створене після війни (через міжнародну конкуренцію в Чорноморському регіоні) як товариство у 1881 році, як акціонерне товариство у 1886 році; у 2024 році держава в особі Міністерства інфраструктури України володіє 100 % акцій). Основними видами діяльності УДП є перевезення вантажів і пасажирів річковим транспортом на річці Дунай (на маршруті річки Дунай довжиною 2 400 км від гирла річки до порту Кельхайм у Німеччині) та морським транспортом у Чорноморському та Середземноморському регіонах, суднобудування та судноремонт на Кілійському суднобудівельно-судноремонтному заводі. Станом на 2018 рік на балансі УДП було 430 суден, у тому числі 4 судна пасажирського флоту для міжнародної круїзної лінії «Від Альп до Чорного моря», 7 суден морського флоту (6 суховантажних суден та 1 суховантажне судно, які заходять у порти Дунаю та Дніпра) під наглядом класифікаційного товариства «Реєстр судноплавства України», 75 самохідних суден та 245 одиниць несамохідного флоту у складі річкового флоту. Базові порти УДП – Констанца (Румунія), Рені, Ізмаїл, Усть-Дунайськ (Україна).

Висновки. Встановлено, що медіанне значення LPI для країн Дунайського басейну, що не мають виходу до моря, дорівнює 3,3 і є вищим, ніж для прибережних країн Дунайського басейну, яке дорівнює 3,2. LPI корелює з медіанним значенням BS для країн, що не мають виходу до моря, яке дорівнює 4,3 % і є вищим, ніж для прибережних країн, яке дорівнює 4,085 %. Таким чином, з точки зору глобальної логістики, будь-яка присутність в басейні Дунаю є в чомусь більш важливою, ніж прямий доступ до моря. Дунайський басейн є хорошим прикладом загального міжнародного співробітництва, яке приносить взаємну вигоду у розвитку технологій, досягненні процвітання і безпеки, а міжнародна конкуренція між країнами басейну сприяє їх високій конкурентоспроможності.

Авторські внески.

Горбачук В.М.: дослідження, концептуалізація, написання – оригінальна чернетка.

Дунаєвський М.С.: дослідження, узагальнення, написання.

Сулейманов С.-Б.: методологія, аналітичні розрахунки, ресурси.

Годлюк В.В.: методологія, написання – рецензування та редагування.

Рибачок Д.О.: дослідження, ресурси.

Список літератури

1. Ступницький О.І., Дашкуєв М.А. Інформаційні технології в інфраструктурі глобальних логістичних мереж. *Актуальні проблеми міжнародних відносин*. 2014. Т. II, № 122. С. 104–114.
2. Бакаєв А.А., Пирожков С.І., Ревенко В.Л., Бакаєв Л.А., Кутах Ю.А. Міжнародні транспортні коридори України: мережі та моделювання. Т. 2. Водні види транспорту. Київ: Київський університет економіки і технологій транспорту, 2003. 622 с.
3. LPI Survey. Washington, DC: World Bank, 2022. 11 p.
4. Haddad M., Dessus S., Wiederer C., Arvis J.-F., Ojala L., Shepherd B., Ulybina D. Connecting to Compete 2023. Trade Logistics in an Uncertain Global Economy. The Logistics Performance Index and Its Indicators. Washington, DC: World Bank, 2023. 75 p.
5. Kaiser H.F. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*. 1960. **20** (1). P. 141–151. <http://dx.doi.org/10.1177/001316446002000116>
6. Горбачук В., Дунаєвський М., Сулейманов С.-Б. Інституційні питання розвитку судноплавних внутрішніх водних шляхів України та сусідніх держав по басейну Дунаю. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського: Економіка та управління*. 2019. Т. 2, № 6. С. 121–127.

7. Воєвудський Є.Н., Коневцева Н.А., Махуренко Г.С., Тарасова І.П. Економіко-математичні методи і моделі в управлінні морським транспортом. М.: Транспорт, 1988. 384 с.
8. Boniar S.M., Korniiiko Y.R., Valiavska, N.O. Impediments to the development of Ukrainian inland waterways. *Actual Problems of Economics*. 2016. **177** (3). P. 246–252.
9. Grushevska K., Notteboom T. The development of river-based intermodal transport: the case of Ukraine. *Journal of International Logistics and Trade*. 2016. **14** (2). P. 182–199. <https://doi.org/10.24006/jilt.2016.14.3.182>
10. Trofymchuk O.M., Vasyanin V.A. Choosing the capacity of arcs with constraint on flow delay time. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2019. **55** (4). P. 561–569. <https://doi.org/10.1007/s10559-019-00165-0>
11. Gorbachuk V.M. An asymmetric Cournot–Nash equilibrium under uncertainty as a generalized Cournot–Stackelberg–Nash equilibrium. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2007. **43** (4). P. 471–477. <https://doi.org/10.1007/s10559-007-0073-3>
12. Gorbachuk V., Dunaievskiy M., Suleimanov S.-B. Modeling of agency problems in complex decentralized systems under information asymmetry. *IEEE Conference on Advanced Trends in Information Theory (December 18–20, Kyiv, Ukraine)*. 2019. P. 449–454. <https://doi.org/10.1109/ATIT49449.2019.9030498>

Одержано 10.10.2024

Горбачук Василь Михайлович,

доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0001-5619-6979>
GorbachukVasyl@netscape.net

Дунасвський Максим Сергійович,

молодший науковий співробітник
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-6926-398X>
MaxDunaievskiy@gmail.com

Сулейманов Сеїт-Бекір,

молодший науковий співробітник
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-7141-6113>
Suleimanov@nas.gov.ua

Годлюк Віктор Васильович,

аспірант Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0009-0007-4489-7058>
goodiniv@ukr.net

Рибачок Дмитро Олександрович,

аспірант Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ, Україна,
<https://orcid.org/0009-0004-6244-6232>
dorybachok@gmail.com

УДК 656.61 + 338.47

В.М. Горбачук, М.С. Дунасвський*, С.-Б. Сулейманов, В.В. Годлюк, Д.О. Рибачок

Дунайський басейн як високотехнологічний транспортний коридор між Заходом та Сходом

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ

* Листування: MaxDunaievskiy@gmail.com

Дослідження присвячено розгляду високотехнологічних досягнень та впровадження стійких транспортних технологій у басейні річки Дунай. Аналізуються переваги та значення внутрішніх водних шляхів для глобальної логістики, підкреслюючи важливість комплексних мереж водних шляхів для сучас-

них технологій, продуктів та послуг. Розглянуто економічні та логістичні аспекти міжнародного співробітництва в Дунайському басейні.

Демонструється, що медіанне значення LPI (індекс логістичної ефективності) для безвихідних до моря країн вище, ніж для прибережних країн (3.3 проти 3.2 відповідно), що пояснюється надійністю сухопутних шляхів та наявністю непрямого доступу до моря через ефективне міжнародне співробітництво. Зазначено роль міжнародних організацій, таких як Дунайська комісія, в покращенні транспортних зв'язків у регіоні.

Обговорюється впровадження стійких транспортних технологій у внутрішньому судноплавстві, що є ключовим для інтеграції транспортної системи у внутрішні логістичні ланцюги. Зокрема, підкреслюється значення вдосконалення якості транспортних послуг, включаючи відстеження, гнучкість та надійність. Наведено приклади співпраці Одеського національного морського університету та Центру кібербезпеки України у розробці сучасних підходів до управління водним транспортом.

Досліджено внесок інших університетів та наукових установ у вивчення транспортних технологій і характеристик транспортних мереж. Окрім технологічних питань, розглянуто проблеми міжнародної конкуренції та інформаційної асиметрії, які є типовими для транспортних коридорів Чорноморського регіону.

Таким чином, стаття підкреслює важливість інтеграції сучасних технологій у транспортні системи та міжнародного співробітництва для розвитку ефективної та екологічно чистої логістики в Дунайському басейні.

Ключові слова: внутрішні водні шляхи, транспортні мережі, індекс логістичної ефективності, прибережні і неприбережні країни

UDC 656.61 + 338.47

Vasyl Gorbachuk, Maksym Dunayevsky *, Seit-Bekir Suleymanov, Viktor Godliuk, Dmytro Rybachok

The Danube Basin as a High-Tech Transport Corridor Between the West and the East

V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine, Kyiv

* Correspondence: MaxDunaievskyi@gmail.com

The study is devoted to the consideration of high-tech achievements and implementation of sustainable transport technologies in the Danube River basin. The benefits and importance of inland waterways for global logistics are analysed, emphasising the importance of integrated waterway networks for modern technologies, products and services. The economic and logistical aspects of international cooperation in the Danube basin are considered.

It is demonstrated that the median value of LPI (logistics performance index) for landlocked countries is higher than for coastal countries (3.3 vs. 3.2, respectively), which is explained by the reliability of land routes and the availability of indirect access to the sea through effective international cooperation. The role of international organisations, such as the Danube Commission, in improving transport links in the region is highlighted.

The introduction of sustainable transport technologies in inland shipping is discussed, which is key to the integration of the transport system into domestic logistics chains. In particular, the importance of improving the quality of transport services, including tracking, flexibility and reliability, is emphasised. Examples of cooperation between the Odesa National Maritime University and the Cybersecurity Centre of Ukraine in developing modern approaches to water transport management are given.

The contribution of other universities and research institutions to the study of transport technologies and characteristics of transport networks is investigated. In addition to technological issues, the problems of international competition and information asymmetry, which are typical for transport corridors in the Black Sea region, are considered.

Thus, the article emphasises the importance of integrating modern technologies into transport systems and international cooperation for the development of efficient and environmentally friendly logistics in the Danube basin.

Keywords: inland waterways, transport networks, logistics efficiency index, coastal and non-coastal countries.