

УДК 656.43

К.М. КЛЕВЦОВ, А.В. БУКЕТОВ, О.О. САПРОНОВ, О.В. ШАРКО,  
Г.Ю. ВАСИЛЬЧЕНКО, В.В. СОЦЕНКО, Д.М. ОНИШКО  
Херсонська державна морська академія

## АНАЛІТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОЦІНОК РИЗИКУ МОРСЬКИХ ТА МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ЕКОЛОГО-ОРІЄНТОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З УРАХУВАННЯМ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА КЕРМОВОГО УПРАВЛІННЯ СУДНОМ У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УКРАЇНІ

У роботі представлено аналіз та системний підхід до визначення сутності понять «інтермодальні» та «мультимодальні» перевезення, ймовірність виникнення та ймовірність тяжкості непередбачуваних чи передбачуваних наслідків із погляду ІМО та стандарту ISO8402:1995/BS 4778. У теоретичних дослідженнях використано аналітичні методи системного підходу, теорії ймовірності, методи математичної статистики та експертних оцінок. Визначено проблеми розвитку еколого-орієнтованих комбінованих перевезень з урахуванням надійності роботи технічних засобів та кермового управління судна у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Проаналізовано причини сталого розвитку мультимодальних перевезень в Україні та пропонувані шляхи їх практичного вирішення.

На основі пропонуваних методів дослідження відпрацьовано транспортні коридори мережі TEN-T країн Західної Європи та пропозиції Європейської Комісії щодо зміни транс'європейської транспортної мережі (TEN-T), яка включає українські логістичні маршрути.

У роботі зазначено, що у практиці оцінки ризиків переважно використовуються методи експертних оцінок. Утім, експерти також звертаються до статистичних даних, якщо такі є. Тим часом, якщо говорити про створення систем управління ризиками, то одним із необхідних елементів таких систем слід уважати систему моніторингу, збору та систематизації статистичних даних щодо аварійності, втрати/псування вантажів, загибелі людей тощо.

На прикладі мультимодального перевезення вантажів за маршрутом «Балтійське море – Адріатичне море та Рейн-Дунай» розглянуто два основні складники маршруту. На основі аналізу аварійності встановлено першопричини виникнення аварій та розглянуто оцінку ризику появи аварій, транспортних пригод у разі спільної появи двох та більше залежних подій, наведено приклад практичної реалізації пропонованого методу.

Аналітичний розрахунок оцінок ризику морських та мультимодальних еколого-орієнтованих перевезень з урахуванням надійності роботи технічних засобів та кермового управління судна у разі виникнення надзвичайних ситуацій в Україні довів, що рівень допустимого ризику визначається шляхом порівняння ціни ризику з величиною очікуваного прибутку, який отримує судновласник під час виконання рейсу. Якщо величина очікуваного прибутку вище ціни ризику, такий ризик можна вважати допустимим (передбачається, що загрози життю людей немає).

Ключові слова: мультимодальні перевезення, надійність роботи, технічні засоби, кермове управління.

K.M. KLEVTSOV, A.V. BUKETOV, O.O. SAPRONOV, O.V. SHARKO,  
G.YU. VASYLCHENKO, V.V. SOTSENKO, D.M. ONISHKO  
Kherson State Maritime Academy

## ANALYTICAL CALCULATION OF THE RISK ASSESSMENTS OF MARINE AND MULTIMODAL ECOLOGICAL-ORIENTED TRANSPORTATION, TAKING INTO ACCOUNT THE RELIABILITY OF TECHNICAL MEANS AND STEERING OF THE SHIP IN CASE OF EMERGENCIES IN UKRAINE

The paper presents an analysis and a systematic approach to determining the essence of the concept of «intermodal» and «multimodal» transportation, the probability of occurrence and the probability of the severity of unforeseen or foreseeable consequences from the point of view of the IMO and the ISO8402:1995/BS 4778 standard.

Analytical methods of the system approach, probability theory, methods of mathematical statistics and expert evaluations were used in theoretical studies.

The problems of the development of environmentally-oriented combined transportation, taking into account the reliability of the operation of technical means and steering control of the ship in the event of emergency situations, have

been identified. The reasons for the sustainable development of multimodal transportation in Ukraine are analyzed, and ways of their practical solution are proposed.

On the basis of the proposed research methods, the transport corridors of the TEN-T network of the countries of Western Europe and the proposals of the European Commission regarding the change of the trans-European transport network (TEN-T), which includes Ukrainian logistics routes, have been worked out.

The paper states that in the practice of risk assessment, expert assessment methods are mainly used. However, experts also refer to statistical data, if any. Meanwhile, if we talk about the creation of risk management systems, then one of the necessary elements of such systems should be considered a system of monitoring, collection and systematization of statistical data regarding accidents, loss/damage of goods, deaths of people, etc.

The two main components of the route are considered on the example of multimodal cargo transportation along the «Baltic Sea-Adriatic Sea and Rhine-Danube» route. Based on the accident analysis, the root causes of accidents are established and the risk assessment of accidents and traffic accidents in case of the joint occurrence of two or more dependent events is considered, an example of the practical implementation of the proposed method is given.

Analytical calculation of risk assessments of maritime and multimodal environmentally-oriented transportation, taking into account the reliability of technical equipment and ship steering in the event of emergency situations in Ukraine, proved that the level of acceptable risk is determined by comparing the risk price with the amount of expected profit that the ship owner will receive during the voyage. If the value of the expected profit is higher than the risk price, such a risk can be considered acceptable (it is assumed that there is no threat to people's lives).

*Key words:* multimodal transportation, reliability of work, technical means, steering control.

### Постановка проблеми

Одним із перспективних напрямів розбудови транспортної системи України є розвиток мультимодальних транспортних перевезень, оскільки він дає змогу значно збільшити обсяги перевезень товарів за участю національних транспортних компаній, що, своєю чергою, сприяє підвищенню конкурентоспроможності країни на світовому ринку транспортних послуг, розширенню та поліпшенню мережі існуючих транспортних коридорів, євроінтеграції транспортної системи України відповідно до світових стандартів.

Перевезення вантажів, що передбачають використання деяких видів транспорту (не менше ніж двома різними видами транспорту з укладанням одного договору), які мають відповідну потужність транспортних потоків, та узгодженість у часі перевезень називають мультимодальними. Коли вантаж транспортують із перетином кордону держави, використовується поняття «інтермодальне перевезення». Прикладом такого перевезення може служити Херсонський морський торговельний порт (ХМТП), який увійшов у систему базових портів Організації чорноморського економічного співробітництва (ОЧЕС) із розвитку інтермодальних перевезень, тому що вантажі країн ОЧЕС, які надходять до ХМТП, далі можуть транспортуватися Україною різними шляхами (автомобільним транспортом, залізницею, внутрішніми водними транспортом), тобто на умовах реальної інтермодальності.

Сьогодні найбільш поширено використовують мультимодальні перевезення вантажів із використанням залізничного, автомобільного та морського видів транспорту. До початку бойових дій в Україні поступово розвивалася практика залучення до перевезення вантажних повітряним флотом.

Морський транспорт використовується під час здійснення автомобільно-поромних та залізнично-поромних перевезень. В Україні до 2022 р. були налагоджені перевезення вантажів через поромні переправи та поромні сполучення в таких напрямках: Поті – Іллічівськ; Іллічівськ – Батумі; Варна – Іллічівськ; Стамбул – Одеса; Іллічівськ – Дериндже; Зонгулдак – Скадовськ; Скадовськ – Стамбул, Зонгулдак – Євпаторія; Керч – Поті. Паромні переправи забезпечували транзитне перевезення вантажу в залізничних насипних вагонах або в контейнерах до місця призначення, звідки вантаж доставлявся автомобільним транспортом або залізницею різними маршрутами з подальшим транспортуванням морським чи водним транспортом із Грузії до Азербайджану, Вірменії, Каспійським морем – із Баку до Ірану, Туркменістану, Казахстану або з Болгарії – до різних країн Середземного моря, з Туреччини – до країн Чорноморського південного узбережжя, тобто карта транспортних коридорів налічувала безліч маршрутів.

Спорудження поромної переправи на Дунаї з України до Румунії супроводжувалося великими труднощами, які стосувалися деяких політичних аспектів. Український транспортний коридор Ізмаїл – Тульча (37 км) і румунський Ісакча – Орлівка, який перетинає Дунай, завширшки лише 800 м. Окрім того, Румунія вже відкрила новий поромний маршрут між містом Зімніча та болгарським Свіштовом [1].

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

За результатами досліджень ризиків, які виникають під час транспортування вантажів, існує велика кількість публікацій та ідентичних підходів. Можна стверджувати, що нині відсутнє універсальне загальноприйняте визначення ризику. Узагалі ризик розглядається [2] як комбінація ймовірностей виникнення надзвичайної події та ступеня можливих наслідків або умов, за яких можлива така небажана подія та ступень тяжкості виникнення її наслідків. У разі виникнення безпеки як незалежної від неприйняттого ризику її взаємозв'язок з ризиком використовується для опису ступеня незалежності від надзвичайної ситуації [3]. Міжнародна морська організація ІМО [4] визначає ризик як поєднання кількості та тяжкості наслідків, тобто формулюються два складники ймовірності: ймовірність виникнення небажаної події та ймовірність важкості непередбачуваних чи передбачуваних наслідків цієї події.

Міжнародний стандарт ISO8402:1995/BS 4778 регламентує управління ризиками, які включають оцінку морського ризику небажаної події, так: «Процес, за допомогою якого приймаються рішення: чи припустимо відомий чи оцінений ризик та/або чи необхідно здійснити заходи щодо скорочення ймовірності виникнення ризику та його наслідків». Правила МКУБ [5] дають найбільш прийнятне визначення ризику для мореплавання та для більшості галузей промисловості, а саме: «Поєднання ймовірності чи частоти виникнення певної небезпеки та можливої величини небажаних наслідків». Важливим моментом оцінки виникнення небажаної ситуації, її допустимих меж є всебічна оцінка ймовірності та ступеня можливих наслідків аварійних ситуацій для того, щоб вибрати відповідні заходи усунення цієї ситуації. Важливим способом, за допомогою якого можна контролювати та мінімізувати ризики, є аналітична оцінка безпеки, яка визначається як «раціональний та систематичний процес оцінки ризиків, пов'язаних із морськими перевезеннями, та оцінки витрат та доходів, пов'язаних зі зменшенням ризиків». Посібник із методології застосування фінансового регулювання та нагляду (FSA) було затверджено ІМО в 2002 р. (MSC/Circ.1023/MEPC/Circ.392) з коригуваннями згідно із циркуляром MSC/Circ.1180/MEPC/Circ.474 та MSC-MEPC.2/Circ.5 [4]. Однак FSA має деякі обмеження, головним з яких є те, що «витрати та вигоди», визначені за даною методологією, розглядаються частково та у дуже загальному вигляді. Так, із погляду критерію ефективності витрат у разі виникнення небажаної ситуації методика FSA не розглядає ймовірне джерело оплати для усунення виявленого ризику. Пропонований у Правилах та посібнику з утілення МКУБ [5] «оцінювач ризику» (*Risk Estimator*) дає матричну (якісну) характеристику ймовірності виникнення ризику та його небажаних наслідків. Однак поряд із такою якісною оцінкою необхідно мати і кількісну, фінансову оцінку наслідків, тобто межу прийнятності ризику в разі виникнення небажаної ситуації (НС).

Аналізуючи сучасний стан і перспективи розвитку в Україні мультимодальних перевезень, слід ураховувати, що в Європі останніми роками дві третини міжнародних транспортних перевезень здійснювались у сполученні змішаних потоків. При цьому найбільшого поширення набула технологія перевезень Po-Po (roll-on roll-off) завдяки реалізації програми «Морські магістралі» (Motorways of the sea), яка здійснила перерозподіл 20% вантажопотоків на більш екологічні види транспорту, зокрема водний.

У нашій країні розвиток мультимодальних перевезень із залученням водного транспорту експерти пов'язують із реалізацією нового Європейського проекту ЛОГМОС, який діє у рамках регіональної програми ТРАСЕКА «Логістичні процеси і морські магістралі II». Метою цього

проекту є підтримка міжнародної торгівлі, спрощення руху товарів шляхом удосконалення морської логістики, сумісності транспортних систем країни та оптимізації її мультимодальних перевезень. У проекті, окрім України, беруть участь: Азербайджан, Болгарія, Вірменія, Грузія, Киргизстан, Казахстан, Молдова, Румунія, Туреччина та Узбекистан [1]. Проведений аналіз свідчить, що перешкодою на шляху активізації міжнародних перевезень може стати існуюча номенклатура вантажів, що формується в Україні на експорт, серед яких присутній дуже низький відсоток вантажів, які можуть бути контейнеризовані.

За останні декілька років дві третини міжнародних транспортних перевезень вантажів здійснюється за участю двох і більше видів транспорту у змішаному сполученні (за різними комбінаціями) за принципом «від складу до складу» на умовах чинних міжнародних угод, підготовлених фахівцями з інтермодальних перевезень і логістики, утворених спільно з Атестаційною службою України, яка безпосередньо перевіряє відповідність конструкції і технічного стану колісного транспортного засобу (КТЗ), вимогам резолюцій Європейської конференції міністрів транспорту (Міжнародний транспортний форум ЄКМТ), Директиві 96/96/ЕС з урахуванням останніх поправок до неї, Приписам Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН), доданим до Віденської угоди 1997 р., і видає протокол перевірки КТЗ устанавленого зразка:

- Конвенцією Організації Об'єднаних Націй із міжнародних мультимодальних перевезень вантажів (1980 р.), до якої приєдналося сім учасників: Венесуела, Замбія, Малаві, Мексика, Марокко, Норвегія, Руанда, Сенегал, Чилі;

- Європейською угодою про міжнародні магістральні залізничні лінії (УМЗЛ) від 31.05.1985, до якої приєдналася тоді ще Українська РСР 27.08.1986 (яка чинна для України з 27.04.1989);

- Європейською угодою, яка описує важливі лінії міжнародних комбінованих перевезень та відповідні об'єкти (УЛКП/AGTC) від 01.02.1991 із переліком стандартів і параметрів, яка має назву «Жовта книга», та налічує у своєму списку 32 країни, включаючи Україну, яка приєдналася до цієї угоди 11.07.2005 із застереженнями до ст. 13, угода набула чинності для України з 23 березня 2006 р.;

- Європейською угодою, яка описує важливіші внутрішні водні шляхи міжнародного сполучення (УМВШ/AGN) від 19.01.1996 (набула чинності 26 липня 1999 р.), до якої приєдналися 16 країн: Боснія та Герцеговина, Болгарія, Білорусія, Італія, Люксембург, Литва, Молдова, Нідерланди, Румунія, Росія, Словаччина, Угорщина, Хорватія, Чехія, Швейцарія та Україна, яка набула чинності з 05.04.2010). Підписали, але не ратифікували п'ять країн: Австрія, Греція, Німеччина, Франція та Фінляндія;

- Протоколом про можливість комбінованих перевезень по внутрішнім водним шляхам до вищевказаної Європейської угоди (УЛКП/AGTC) від 17.01.1997, до якого Україна поки що не приєдналася. Цей протокол підписали 15 країн – членів ЄЕК ООН (Австрія, Болгарія, Греція, Данія, Італія, Люксембург, Нідерланди, Німеччина, Португалія, Румунія, Словаччина, Угорщина, Франція, Чеська Республіка та Швейцарія).

Аналізуючи вище викладений матеріал, можна констатувати, що в Україні частка контейнерних та комбінованих перевезень у загальному обсязі експорту та імпорту товарів є незначною, тому що контейнерні та контрейлерні перевезення водними шляхами у внутрішньому сполученні мають випадковий характер і майже не здійснюються. Це зумовлено тим, що товарна номенклатура вантажів, які перероблюються у морських і річкових портах України, не сприяє нарощуванню контейнерних та контрейлерних перевезень.

Мультимодальні перевезення вантажів в Україні не набули широкого розвитку через низку причин, серед яких можна відзначити такі:

- недосконалість питань нормативно-правового врегулювання змішаних перевезень, нечітке формулювання стратегічних засад щодо їх розвитку. У розробленій транспортній

стратегії України на період до 2030 р. (відповідно до Розпорядження КМУ від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р) питання розвитку мультимодальних перевезень у країні визначено не зовсім чітко. Не визначено питання про взаємодію різних видів транспорту й у Повітряному кодексі України від 19.05.2011;

– дисбаланс між рівнями потужностей портів із перероблення вантажів та залізничної інфраструктури, гальмує розвиток контейнерних і контрейлерних перевезень. Так, Іллічівський морський порт (ІМТП) може за добу завантажити 1 388 вагонів, а сусідня залізнична станція – 755 (дисбаланс у 633 вагони), Одеський морський порт (ОМТП) здатен за добу завантажити 713 вагонів, а припортова залізнична колія – лише 432 вагони, Миколаївський морський порт (ММТП) – 531 вагон, а залізнична станція лише – 310 вагонів;

– дуже високі ризики логістичних операторів під час організації мультимодальних перевезень на значні відстані за участю двох і більше видів транспорту. Головним аспектом тут є необхідність для оператора брати на себе відповідальність за дії третіх сторін у міжнародному сполученні і нести високі ризики, забезпечуючи стабільну комунікацію в рамках мереж логістичних центрів міжнародних транспортних коридорів;

– недосконалість в Україні професійної розвинутої мережі транспортно-логістичних центрів, відсутність інституту мультимодальних логістичних операторів. Сьогодні можна визначити, що вона лише створюється. Так, в Одесі розпочалася реалізація логістичного хабу на базі Чорноморського порту (ОМТП) – проекту мультимодального логістичного терміналу «Сухий порт», який передбачає розміщення у північній частині Одеси об'єктів виробничої, торговельно-розважальної, промислової інфраструктури та інших важливих для розвитку порту та міста виробничих комплексів. У вересні 2010 р. адміністрація одеського порту спільно з німецькими партнерами підписали меморандум про паритетне інвестування у створення терміналу «Карантинний мол». Уведення нових потужностей в експлуатацію дасть змогу Одеському морському порту (ОМТП) вийти на річну перевалку контейнерів в обсязі 1 млн 300 тис TEU;

– нестача професійних і досвідчених логістичних операторів із питань мультимодальних перевезень, знання національного і міжнародного права, практичного досвіду використання особливостей ведення переговорного процесу щодо укладання та реалізації договорів, сучасне знання стану ринку транспортних послуг у країнах-партнерах та дійсні тарифні ставки представників партнерської мережі, опрацювання ефективних методів контролю за пересуванням товарів на значні відстані з використанням двох і більше видів транспорту в онлайн-режимі, відсутність досвіду у процедурних питаннях розгляду судових справ у міжнародних арбітражних судах тощо;

– відсутність належного ступеня узгодженості дій усіх учасників логістичного процесу транспортування вантажу та захисту інтересів держави і виробника за межами України;

– внутрішні негативні чинники, які зумовлені бойовими діями в Україні, тривалою пандемією та кризою у ланцюгах поставок, пов'язаною зі зростанням ставок фрахту на сипучі вантажі – неупаковану сировину, таку як зерно. За результатами аналізу UNCTAD підвищення цін на зерно та фрахтових ставок на сипучі вантажі призведе до зростання споживчих цін на продовольчі товари на 1,2%, причому в країнах із середнім та низьким рівнями доходу зростання буде значно більшим [6].

### Мета дослідження

Аналіз та систематизація основних підходів до визначення сутності поняття «мультимодальні перевезення», проблем розвитку еколого-орієнтованих комбінованих перевезень з урахуванням надійності роботи технічних засобів та кермового управління судна у разі виникнення надзвичайних ситуацій (НС) та шляхів їх аналітичного розв'язання у сучасних умовах.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Головною особливістю мультимодальних (комбінованих) перевезень є те, що більшість перевезень здійснюється морським чи залізничним транспортом, але доставка здійснюється автомобільним транспортом. Якщо пріоритетним завданням є швидкість доставки вантажу, оптимально використовувати повітряний транспорт, незважаючи на те що таке перевезення обходиться дорожче.

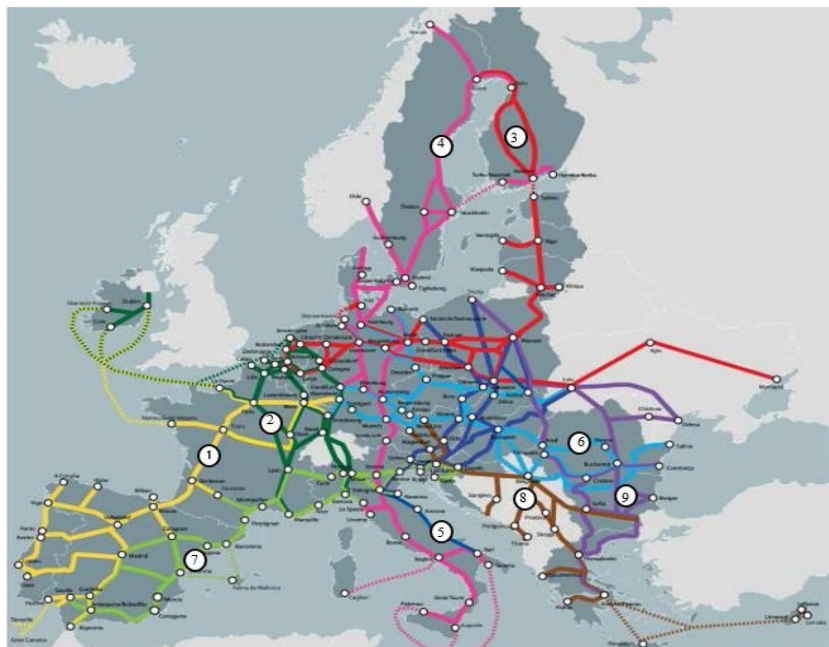


Рис. 1. Транспортні коридори мережі TEN-T країн Західної Європи

- |                                 |                              |                       |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| ① – Atlantic;                   | ② – North sea-Alpine;        | ③ – North sea-Baltic; |
| ④ – Scandinavian-Mediterranean; | ⑤ – Baltic sea-Adriatic sea; | ⑥ – Rhine-Danube;     |
| ⑦ – Mediterranean;              | ⑧ – Western Balkans;         | ⑨ – Baltic-Blek-Aege  |

Цікаво, що широкомасштабна російська агресія проти України відкрила нові можливості мережі TEN-T та посилила переговornі процеси щодо зміни політики ЄС у Регламенті (ЄС) № 1315/2013, які обговорювалися з 2019 р. (рис. 1) [7].

Європейська Комісія внесла зміни до індикативних карт Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T), включивши до неї українські логістичні маршрути (рис. 2) [7].

Зокрема, внесено такі зміни:

- Північно-Балтійський коридор продовжено через Львів та Київ до Маріуполя;
- Балто-Чорноморсько-Егейський коридор продовжено через Львів, Чернівці (Румунію і Молдову) до Одеси;
- коридори Балтійське море – Адріатичне море та Рейн – Дунай проходять через Львів.

Водночас Єврокомісія виключила з мережі TEN-T російські та білоруські маршрути, а також понизила у статусі маршрути на території ЄС на стиках із цими країнами-агресорами.

У Міністерстві зауважили, що включення логістичних маршрутів до мережі TEN-T дає змогу усунути існуючі перешкоди під час проведення логістичних операцій, залучити європейські інвестиції для модернізації транспортної інфраструктури, отримати доступ до інструментів допомоги ЄС у питанні розбудови української частини мережі TEN-T, розвивати

мультимодальні перевезення, зменшити логістичні витрати, підвищити якість послуг під час перевезення товарів.

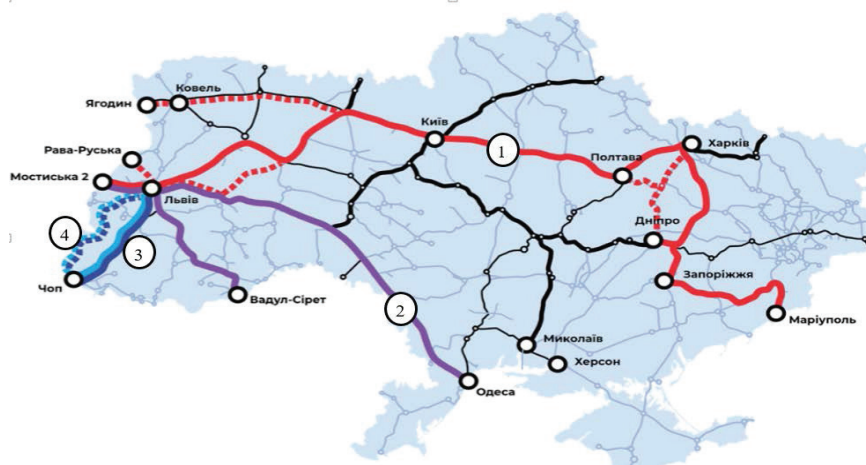


Рис. 2. Українські транспортні коридори мережі TEN-T

- ① – Північне море – Балтика  
 ② – Балтійське море – Чорне море – Егейське море  
 ③ – Балтійське море – Адріатичне море  
 ④ – Рейн – Дунай

В українському уряді прогнозують, що інтеграція до європейської транспортної мережі TEN-T може принести Україні майже \$4,5 млрд інвестицій до 2030 р. [8–10].

Проєкт TEN-T передбачає створення до 2030 р. нової транспортної системи на території ЄС, яка об'єднає 94 морські та річкові порти, 38 міжнародних аеропортів та близько 15 тис км швидкісних залізниць. Проєкт передбачає розвиток дев'яти транспортних коридорів Балтика – Адріатика, Північне море – Балтика, Середземноморський коридор, Середньосхідний коридор, Скандинавія – Середземне море, Рейн – Альпи, Атлантичний коридор, Північне море – Середземне море та Рейн – Дунай.

Рішення поширити TEN-T на сусідні з ЄС країни, у тому числі на Україну, ухвалено в Роттердамі 21 червня 2016 р. У листопаді 2017 р. Україна та ЄС підписали документ «Взаєморозуміння високого рівня між Україною та ЄС щодо поширення індикативних карт TEN-T на Україну» (High Level Understanding on TEN-T Core Network Extension Maps To Ukraine) [11–14].

Сьогодні Україна розраховує на затвердження індикативних карт Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) із включеними в неї українськими та молдавськими логістичними шляхами до березня 2024 р. (рис. 2).

Зміни до карт мережі передбачають продовження чотирьох коридорів TEN-T на територію України та Молдови: Північно-Балтійський коридор через Київ продовжено до Дніпра, а також Ковеля та Ягодини, а через Львів – до пункту пропуску «Рава-Руська»; коридори Балтійське море – Адріатичне море та Рейн – Дунай продовжено через Львів до Чопа.

Задля побудови еколого-орієнтованої моделі транспортно-логістичної інфраструктури TEN-T коридорів України був проведений аналіз математичних очікувань оцінок ризику та динаміки обсягів вантажоперевезень із визначенням можливості оптимізації їхньої структури [15; 16].

Для цього на прикладі мультимодального перевезення вантажів за маршрутом «Балтійське море – Адріатичне море та Рейн – Дунай» (прийнята як найбільш загальна) розглянуто два основні складники маршруту – морський та сухопутний (наземний), у яких задіяно

три види транспорту. На основі аналізу аварійності встановлено, що першопричинами аварій здебільшого є відмови технічних засобів (головного двигуна, гвинторульової групи, знеструмлення судна, важкі погодні умови, форс-мажорні обставини, помилки операторів тощо).

Таким чином, під час формування математичних очікувань оцінок ризику враховуються причинно-наслідкові зв'язки аварій, розрахунки ризиків за видами причин та наслідків, що дає змогу на основі статистичних даних та експертних оцінок розрахувати ймовірність аварійних ризиків на маршруті мультимодальних вантажоперевезень.

Розглянемо оцінку ризику появи аварій, транспортних пригод у разі спільної появи двох та більше залежних подій. Визначимо подію  $B_i$  як причину  $i$ -го збитку, заподіяного судну, вантажу, що перевозиться, або навколишньому середовищу (забруднення моря). Ризик у разі настання аварійної надзвичайної ситуації (АНС) можна оцінити математичним очікуванням збитків від можливої аварії.

Ціна ризику розраховується за формулами (1), (2):

$$R = M(w), \quad (1)$$

де  $M(w)$  – функція шкоди.

Складники ризику морських аварій або заподіяння шкоди судну можна надати таким виразом:

$$R = M(w) = \sum P(B_i) \cdot w_i, \quad (2)$$

де  $\sum P(B_i)$  – імовірність події  $B_i$ ;  
 $w_i$  – передбачувана сума збитків.

Розглянемо способи оцінки ризику аварій  $R_A$ . Із цією метою визначимо подію заподіяння  $i$ -го виду шкоди судну під час аварії,  $B_i$ :

$$B_i = A \cap C_i, \quad (3)$$

де  $A$  – подія (аварія/надзвичайна подія);  
 $C_i$  – подія (реалізація аварії/надзвичайної події за  $i$ -м сценарієм).

Оскільки  $A$  і  $C_i$  – спільні події, ймовірність події, пов'язаної із заподіянням шкоди судну під час аварії, визначається у вигляді

$$P(B_i) = P(A \cap C_i) = P(A)P(C_i|A) \quad (4)$$

Підставивши вираз (3) у вираз (1), отримаємо:

$$R_A = \sum P(A)P(C_i|A)w_i, \quad (5)$$

де  $P(A)$  – причини виникнення ризику аварії  $R_A$ ;  
 $P(C_i|A)w_i$  – очікувані наслідки аварії.

Оцінка причинно-наслідкових складників ризику виконується з використанням статистичних методів, методів нечітких множин та експертних оцінок, імітаційних методів моделювання



аварійних ситуацій/сценаріїв. Оцінка очікуваних наслідків аварій/надзвичайних подій із морськими суднами базується переважно на аналізі дерева подій із використанням математичного апарату.

**Приклад практичної реалізації методу.** Рейс транспортного судна проходить у різних гідрометеорологічних умовах. Зокрема, 50% часу рейсу судно рухається у сприятливих погодних умовах, 30% часу – в умовах поганої погоди, 20% часу судно рухається у важких погодних умовах. За оцінками експертів, розраховані апріорні ймовірності безаварійної роботи в умовах хорошої, поганої та важкої погоди дорівнюють відповідно 0,98; 0,95; 0,80. Необхідно визначити ймовірність того, що рейс закінчиться без аварій та надзвичайних подій (НП).

Уведемо позначення:  $A$  – подія, що означає успішне завершення рейсу;  $B_1, B_2, B_3$  – події, що означають роботу судна в різних умовах. Тоді  $P(B_1) = 0,50$ ;  $P(B_2) = 0,30$ ;  $P(B_3) = 0,20$ .

Оскільки подія  $A$  настає за умови появи однієї з подій  $B_1, B_2, B_3$ , які утворюють повну групу несумісних подій, ймовірність події  $A$  дорівнює сумі добутку ймовірностей кожної події на умовну ймовірність відповідно подій  $B_1, B_2, B_3$ :

$$P_A = \sum_{i=1}^n P(B_i)P(A | B_i). \quad (6)$$

Маємо такі умовні ймовірності:  $P(A|B_1) = 0,98$ ;  $P(A|B_2) = 0,95$ ;  $P(A|B_3) = 0,87$ . За формулою (4) розрахуємо ймовірність того, що рейс буде виконаний без аварій та надзвичайних подій:

$$P(A) = 0,5 \cdot 0,98 + 0,3 \cdot 0,95 + 0,2 \cdot 0,87 = 0,949.$$

Отже, ймовірність сприятливого результату рейсу судна дорівнює 0,949, а ймовірність аварії чи надзвичайної події відповідно –  $(1 - 0,949) = 0,051$ . Таким чином, у разі аварії або надзвичайної події за величиною збитків, наприклад 5 000 000 грн, ціна ризику становитиме  $0,051 \cdot 5\,000\,000 = 255\,000$  грн., що є, зокрема, для середнього судна не такою значною сумою порівняно з одержуваним прибутком.

Видається важливим провести інтегральну оцінку ризику, яка може бути представлена в такому вигляді:

- як сума ймовірностей виникнення аварій на кожному етапі морських вантажоперевезень;
- як середньозважена ймовірність ризику виникнення аварії;
- як середньозважена ціна ризику аварії;
- як сума ціни ризику за кожним етапом роботи судна.

Теоретичні основи формування інтегральної оцінки ризику представлено в роботах [2; 3].

Алгоритм формування інтегральної оцінки ризику такий:

1. Визначити апріорні ймовірності виникнення відмов згідно зі статистичними даними або експертними оцінками (*min* і *max*) можливо за формулами (7), (8):

$$P_j^{оч} = \frac{P_j^{min} + P_j^{HB} + P_j^{max}}{3}, \quad (7)$$

де –  $P_j^{оч}$  – апріорна ймовірність очікування  $j$ -ої відмови;

$P_j^{min}$  – мінімальне значення ймовірності  $j$ -ої відмови;

$P_j^{HB}$  – найбільш ймовірний розмір ймовірності  $j$ -ої відмови;

$P_j^{max}$  – максимальне значення ймовірності  $j$ -ої відмови;

$\Delta$  – дисперсія, яка розраховується за формулою  $\delta^2 = \frac{(P_j^{min} - P_j^{max})^2}{2}$ ,

$$P_j^{HB} = \frac{2P_j^{min} - P_j^{max}}{3}. \quad (8)$$

2. За формулою (9) можемо визначити вагові оцінки  $j$ -го виду відмов/умов, які спричинили аварії.

$$\omega(A_{jl}^l) = \frac{\sum_l N_{jil}}{\sum_j \sum_l \sum_i N_{jil}}. \quad (9)$$

3. За формулою (10) можливо розрахувати умовні можливості виникнення подій  $B_i$  (аварії  $i$ -го виду). Розрахунок виконується всім  $j$ , і  $i$  і  $l$  (етапи, види транспорту, маршрути).

$$P(A_j^l | B_i) = \frac{P(A_j^l) \cdot P(B_i | A_j^l)}{\sum_{j=1}^j \sum_{l=1}^L P(A_j^l) \cdot P(B_i | A_j^l)}, \quad (10)$$

де  $P(A_j^l)$  – імовірнісні гіпотези  $A_j^l$ ;

$P(A_j^l) \cdot P(B_i | A_j^l)$  – умови ймовірності подій  $B_i$  за гіпотези  $P(A_j^l)$ .

4. Визначити максимальні значення ймовірності, які види відмов/умов із максимальною ймовірністю призводять до подій  $B_i$  (аварій  $i$ -го виду).

5. Сформувані інтегральну оцінку ймовірності виникнення НС та подій  $B_i$  (аварії). Інтегральна оцінка  $P(B_i^l | A_{jl}^l)$  розраховується за формулою додавання ймовірностей.

6. Розрахувати середньозважену ціну ризику як суму множення вагових оцінок відмов  $j$ -го виду з  $i$ -ю шкодою у районах  $l$  на ціну ризику, яка, своєю чергою, визначається шляхом множення ймовірностей виникнення аварії на шкоду від неї за формулою (11).

$$R_{cp} \sum_i \sum_l \omega_{il} \cdot R_{il}. \quad (11)$$

7. Розраховану величину (ціну) ризику можна порівняти з допустимою величиною ризику. При цьому враховується, якщо людські жертви відсутні і ціна ризику менша за очікуваний прибуток, то ризик може вважатися допустимим.

Оцінка ризику перевезення за заданими маршрутами на морському транспорті (з порту відправлення до порту призначення) може бути представлена як сума ризиків від шкоди на морському транспорті, пов'язаної з корабельною аварією, відмовами технічних засобів та за взаємодії з іншими видами транспорту:

$$R_w = R_1 + R_2 + R_3, \quad (12)$$

де  $R_1$  – ризик шкоди, пов'язаний з аварією судна;

$R_2$  – ризик шкоди, пов'язаний із відмовами технічних засобів;

$R_3$  – ризик шкоди, пов'язаний з аваріями на морському, залізничному та автомобільному транспорті за умови взаємодії з іншими видами транспорту.

Схема морського вантажоперевезення Балтійське море – Адріатичне море та Рейн – Дунай у спрощеному вигляді виглядає так: «морський транспорт – залізничний транспорт – автотранспорт».

На кожній ланці логістичного ланцюга та виді транспорту з урахуванням сезону та кліматичних зон визначаються чинники ризику та відбираються найбільш значущі, визначаються апіорні ймовірності ризику виникнення НС. Ймовірності можна визначити на основі:

- використання статистичних даних щодо аварійності у цілому та видів аварій;
- експертних оцінок;
- експертних оцінок та результатів обробки статистичних даних.

Проте слід зазначити, що у практиці оцінки ризиків переважно використовуються методи експертних оцінок. Утім, експерти також звертаються до статистичних даних, якщо такі є. Тим часом, якщо говорити про створення систем управління ризиками, то одним із необхідних елементів таких систем слід уважати систему моніторингу, збору та систематизації статистичних даних щодо аварійності, втрати/псування вантажів, загибелі людей тощо.

Уводяться такі позначення:

- $p_{ij}$  – ймовірність ризику виникнення НС  $i$ -го виду на  $j$ -м виді транспорту;
- $P(A - B)$  – ймовірність виникнення НС хоча б одного виду під час проходження морської ділянки  $A - B$ ;
- $P(B - C)$  – ймовірність виникнення НС хоча б одного виду під час проходження залізничної ділянки  $B - C$ ;
- $P(C - D)$  – ймовірність виникнення НС хоча б одного виду під час проходження автомобільної ділянки  $C - D$ .

Далі для кожної ланки та виду транспорту визначають види ризиків, які можуть виникнути.

На прикладі морської ділянки:

- можливість виходу з ладу головного двигуна –  $p_{11}$ ;
- ймовірність пошкодження кермового управління судна –  $p_{12}$ ;
- ймовірність значного пошкодження судна внаслідок зіткнення, що не дозволяє продовжити рейс, –  $p_{13}$ .

Ймовірність того, що судно не зможе продовжити рейс на ділянці  $A - B$  (подія –  $S$ ), можна визначити, використовуючи методи складання та множення ймовірностей. Так, розглядаються дві спільні події:

- технічні несправності судна – подія ( $G$ );
- вихід з ладу судна через зіткнення – подія ( $R$ ).

Тоді:

$$P(S) = P(G) + P(R) - P(GR) = p_{11}p_{12} + p_{13} - p_{11}p_{12}p_{13}. \quad (13)$$

Розглянемо практичний приклад схеми обчислення ймовірнісної оцінки ризику виникнення НС.

Експертні оцінки апіорних ймовірностей мають такі значення:  $p_{11} = 0,005$ ;  $p_{12} = 0,007$ ;  $p_{13} = 0,008$ .

За формулою (13) розраховується:

$$P(S) = 0,005 \cdot 0,007 + 0,008 - 0,005 \cdot 0,007 \cdot 0,008 = 0,008$$

Таким чином, рівень ризику, що автомобіль, який прямує за ланкою ( $C - D$ ) логістичного ланцюга ( $A - D$ ), не зможе виконати рейс через аварійний випадок, оцінюється ймовірністю  $P(S)=0,008$ .

Для розрахунку ціни ризику необхідно розрахувати вартість транспортного засобу (або його ремонту), вантажу та фрахту/оренди і потім виконати розрахунок ціни ризику за формулою:

$$R_3 = \sum_j r_n \cdot W_j, \quad (14)$$

де  $r_n$  – імовірність аварії на перетині маршрутів транспорту;

$W_j$  – функція розподілу збитків на перетині маршрутів, наприклад у разі зіткнення.

Визначено, що внаслідок розрахунку вартості транспорту/ремонт, псування вантажу, нереалізованого транспортування (фрахту, оренди) визначено суму 1 000 000 грн. Тоді ціна ризику становитиме:

$$R_3 = 0,008 \cdot 1000000 = 8000 \text{ грн.} \quad (15)$$

Аналогічно виконуються розрахунки ймовірнісних оцінок ризику на залізничному транспорті та під час перевезення морським транспортом. Розраховані ймовірності виникнення НС на залізничному та морському транспорті (ймовірність невиконання або суттєвої затримки рейсу (зриву строку поставок)  $P(S_r) = 0,006$  та  $P(S_s) = 0,005$  відповідно). Тоді величина сукупного ризику зриву строків або невиконання поставки вантажів на ділянці  $B - C$  можна визначити за формулою складання ймовірностей:

– ймовірність суми двох і більше спільних подій дорівнює сумі ймовірностей цих подій:

$$P_{\Sigma}(S) = P(S_a) + P(S_r) + P(S_s), \quad (16)$$

$$P_{\Sigma}(S) = 0,008 + 0,006 + 0,005 = 0,019.$$

Мінімальні втрати «майна» (транспорт, вантаж, фрахт) становитимуть 3 660 000 грн, а максимальні (морські перевезення) – 12 000 000 грн, тоді найімовірнішу суму збитків можна розрахувати за формулою (17):

$$W_{не} = (2 W_{min} + W_{max}) / 3, \quad (17)$$

$$W_{оч} = 6,44 \text{ млн грн}$$

дисперсія:

$$\sigma^2 = 0,012(W_{max} - W_{min})^2, \quad (18)$$

$$\sigma^2 = 0,83 \text{ млн грн}$$

Ціна сукупного ризику виникнення НС у процесі морського перевезення становитиме:

$$R_я = 0,019 \cdot 6,44 \text{ млн грн} = 0,12236 \text{ млн грн, або } 122\,360 \text{ грн.}$$

Для прийняття рішення щодо допустимості ризику (передбачається, що загрози життю людей немає) необхідно порівняти ціну ризику з величиною очікуваного прибутку за виконання

перевезення. Якщо величина очікуваного прибутку вище ціни ризику, такий ризик із комерційних міркувань припустимий. Наприклад, у прикладі сума очікуваного прибутку становить 2 500 000 грн, що набагато перевищує ціну ризику.

### Висновки

Рівень допустимого ризику визначається шляхом порівняння ціни ризику з величиною очікуваного прибутку, який отримає судновласник під час виконання рейсу. Якщо величина очікуваного прибутку вище ціни ризику, такий ризик можна вважати допустимим (передбачається, що загрози життю людей немає).

Розвиток мультимодальних (комбінованих) перевезень визначається попитом на вказані перевезення, заявленими обсягами, товарною номенклатурою, умовами поставки та маршрутами транспортування. Для розвитку мультимодальних (комбінованих) перевезень в Україні необхідно реалізувати такі заходи:

1. Створити правове підґрунтя для розвитку змішаних (комбінованих) перевезень та їх інтеграції з європейською мультимодальною мережею (TEN-T):

– Прийняти Закон України «Про змішані (комбіновані) перевезення», у якому визначити питання відповідальності сторін під час комбінованих перевезень; компенсації шкоди від незбереження вантажу та рухомого складу; взаєморозрахунків, оформлення перевізних документів, митних вимог, прав та обов'язків операторів змішаних перевезень тощо.

– Міністерству інфраструктури України разом із Державною адміністрацією залізничного транспорту, Державною митною службою України розробити Комплексну програму розвитку контейнерних перевезень, якою має бути визначено послідовність створення в Україні правових, економічних та організаційно-технічних умов для розвитку комбінованих перевезень та їх інтеграції з європейською мультимодальною мережею (TEN-T), а також питання державної підтримки розвитку зазначених перевезень, запровадження наскрізних тарифів у напрямку міжнародних транспортних коридорів.

– Міністерству інфраструктури України спільно з українським представництвом Постійного секретаріату ТРАСЕКА ініціювати внесення змін до Транспортної стратегії України на період до 2030 р., де передбачити пріоритетні напрями розвитку мультимодальних перевезень за участю усіх видів транспорту і, зокрема, створення сталого інфраструктурного ланцюга мультимодальних перевезень із поступовою інтеграцією коридору до Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T).

– Міністерству інфраструктури України спільно з Державною авіаційною службою України ввести зміни до Повітряного кодексу України щодо врахування питань взаємодії повітряного з іншими видами транспорту та розвитку змішаних перевезень за участю повітряного транспорту.

2. Підвищувати конкурентоспроможність українських портів із метою залучення додаткових обсягів вантажів:

– Прийняти Закон України «Про судноплавство на внутрішніх водних шляхах України», прийнятий за основу Постановою ВРУ від 02.11.2010 № 2666-VI, у якому врахувати питання щодо забезпечення розвитку змішаних (комбінованих) перевезень, у т. ч. суднами іноземних компаній, а також розвитку міжнародного співробітництва, зокрема з міжнародними фінансовими установами, з питань спільної реалізації інвестиційних проєктів щодо розвитку інфраструктури внутрішніх водних шляхів.

– Прийняти Закон України «Про морські порти України», яким передбачити необхідність реформування управління галуззю, розділивши функції управління та комерційної діяльності; розмежування функцій інфраструктури та функцій з обробки вантажів (навантажувальна-розвантажувальних, експедиторських, логістичних тощо).

3. Підготувати необхідну технічну, організаційну, технологічну та правову базу для широкого впровадження принципу «єдиного вікна» під час митного оформлення вантажів, що

перетинають державний кордон, упровадження системи електронного декларування товарів із застосуванням електронного цифрового підпису. Певний досвід у цьому напрямі накопичується у Південній митниці (Одеса), де планується реалізувати пілотний проєкт, спрямований на введення технології «єдиного вікна», яка дасть змогу суттєво (у декілька разів) скоротити час оброблення контейнеру за рахунок зменшення кількості необхідної паперової документації, узгодження роботи всіх задіяних служб митного та інших видів контролю.

4. Здійснювати підготовку високопрофесійних фахівців в Україні у сфері організації змішаних (комбінованих) та мультимодальних перевезень шляхом ініціювання Міністерством інфраструктури України спільно з Міністерством освіти і науки України внесення відповідної спеціальності до напрямку підготовки 275 «Транспортні технології», що затверджені Постановою Кабінету Міністрів України від 24.05.1997 № 507 «Про перелік напрямів та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за відповідними освітньо-кваліфікаційними рівнями».

У майбутньому заплановано використати запропоновану методіку для розрахунку ймовірнісних оцінок ризиків у морських перевезеннях та очікуваної величини завдання шкоди суднам, вантажу, навколишньому середовищу.

### Список використаної літератури

1. Указ Президента України «Про приєднання України до Європейської угоди про важливі лінії міжнародних комбінованих перевезень та відповідні об'єкти» від 11 липня 2005 р. № 1077/2005. *Голос України*. 2005. 1 с.
2. Yin J. Quantitative Risk Assessment for Maritime Safety Management. PhD thesis. Hong Kong Polytechnic University. 2011. URL: [http://repository.lib.polyu.edu.hk/jspui/bitstream/10397/4317/2/b24415613\\_ir.pdf](http://repository.lib.polyu.edu.hk/jspui/bitstream/10397/4317/2/b24415613_ir.pdf) (дата звернення: 07.07.2023).
3. Kristiansen Svein. Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis. London, Routledge. 2005. 528 p.
4. International Maritime Organization. 1974 SOLAS Convention. URL: <http://www.imo.org> (дата звернення: 01.09.2023).
5. International Safety Management. Code and Guidelines on Implementation of the ISM Code. London: IMO, 2012.
6. Проєкт Плану відновлення України. *Матеріали робочої групи «Відновлення та розбудова інфраструктури»* / Національна рада з відновлення України від наслідків війни, липень 2022. URL: [https://www.lccd.org.ua/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwrvyxBhAbEiwAEg\\_Kgr59GNWLi1CHC-3WtWHNTRIZNqduSjXgQ-KJaUaN5PtBOHZOFBqHxBoCSz8QAvD\\_BwE](https://www.lccd.org.ua/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwrvyxBhAbEiwAEg_Kgr59GNWLi1CHC-3WtWHNTRIZNqduSjXgQ-KJaUaN5PtBOHZOFBqHxBoCSz8QAvD_BwE) (дата звернення: 01.09.2023).
7. Бакаєв О.О., Пирожков С.І., Ревенко В.Л. Міжнародні транспортні коридори – пріоритет української економічної перспективи. *Соціально-економічні дослідження в перехідний період. Україна в XXI ст.: концепції та моделі економічного розвитку* : щорічник наукових праць. 2001. Вип. 23. С. 474–491.
8. Григорак М.Ю. Концептуальні засади розвитку логістичної інфраструктури в умовах економіки знань. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Серія «Економіка і управління»*. 2013. Вип. 26. С. 212–222.
9. Стан та перспективи приєднання України до Конвенції про спільну транзитну процедуру, як це передбачено зобов'язаннями, що містяться в Угоді про асоціацію між Україною та ЄС / ГО «Український центр європейської політики». 2019. URL: <https://www.civicsynergy.org.ua/wp-content/uploads/2018/04/Stan-taperspektivyvy-pruyednannya-Ukrayinydo-Konventsiiyi-pro-spilnu-tranzytynu-protseduru-yak-tse-peredbachenozobov-yazannyamyshho-mistyatsya-v-Ugodi-pro-asotsiatsiyu-mizh-Ukrayinoyu-ta-YES.pdf> (дата звернення: 01.09.2023).

10. Комбіновані системи перевезень вантажів. Їх переваги та недоліки. URL: <http://studopedia.org/14-50364.html> (дата звернення: 01.09.2023).
11. Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мультимодальные перевозки. Санкт-Петербург : Выбор, 2000. 416 с.
12. Міжгалузеві питання – Мультимодальний транспорт. Заключний звіт 7.1, грудень 2010 / Міністерство транспорту та зв'язку України. 2010. 56 с.
13. Мультимодальне перевезення: визначення, види, схема. URL: <http://xn--80aimveh.pp.ua/nauka/64-multimodalne-perevezennya-viznachennya-vidi-shema.html> (дата звернення: 01.09.2023).
14. Соколова О.Є. Концептуальні засади формування мультимодальної системи перевезення вантажів. *Наукоємні технології*. 2014. № 1. С. 114–118.
15. Терминология комбинированных перевозок (Terminology on combined transport). United Nations. New York and Geneva, 2001. 69 с. URL: <http://www.internationaltransportforum> (дата звернення: 01.09.2023).
16. Транспортна стратегія України на період до 2030 року (проект). URL: <http://www.mtu.gov.ua/projects/115> (дата звернення: 01.09.2023).

### References

1. Ukaz Prezidenta Ukrainy «Pro pryednannia Ukrainy do Yevropeiskoi uhody pro vazhlyvi linii mizhnarodnykh kombinovanykh perevezen ta vidpovidni obiekty» vid 11 lypnia 2005 r. № 1077/2005 [Decree of the President of Ukraine On the accession of Ukraine to the European Agreement on important lines of international combined transport and relevant facilities from July 11 2005, № 1077/2005]. *Holos Ukrainy*, p. 1 [in Ukrainian].
2. Yin, J. (2011). Quantitative Risk Assessment for Maritime Safety Management. PhD thesis. Hong Kong Polytechnic University. 2011: Retrieved from [http://repository.lib.polyu.edu.hk/jspui/bitstream/10397/4317/2/b24415613\\_ir.pdf](http://repository.lib.polyu.edu.hk/jspui/bitstream/10397/4317/2/b24415613_ir.pdf) [in English].
3. Kristiansen, Svein. (2005) Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis. London, Routledge [in English].
4. International Maritime Organization. (2023). [Official site]. 1974 SOLAS Convention: Retrieved from <http://www.imo.org> [in English].
5. International Safety Management. (2012). Code and Guidelines on Implementation of the ISM Code. London: IMO, 2012: Retrieved from <https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/ISMCode.aspx> [in English].
6. Proekt Planu vidnovlennia Ukraini. Materialyi robochoi grupy «Vidnovlennia ta rozbydova infrastruktury», Natsional'na rada z vidnovlennia Ukrainia vid naslidiv viyinyi, lyipen' 2022 [Project of the Recovery Plan of Ukraine. Materials of the working group "Restoration and development of infrastructure" / National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of War, July 2022]. Retrieved from [https://www.lccd.org.ua/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwrvyxBhAbEiwAEg\\_Kgr59GNWL\\_i1CHC-3WtWHNTRIZNqduSjXgQ-KJaUaN5PtBOHZOFBqHxBoCSz8QAvD\\_BwE](https://www.lccd.org.ua/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwrvyxBhAbEiwAEg_Kgr59GNWL_i1CHC-3WtWHNTRIZNqduSjXgQ-KJaUaN5PtBOHZOFBqHxBoCSz8QAvD_BwE) [in Ukrainian].
7. Bakaiev, O.O., Pirozhkov S.I., & Revenko V.L. (2001). Mizhnarodni transportni koridori – prioritet ukrayinskoyi ekonomichnoyi perspektivi. [International transport corridors are a priority of the Ukrainian economic perspective]. *Socialno-ekonomichni doslidzhennya v perehidnij period. Ukrayina v HHI st: kontseptsii ta modeli konomichnoho rozvytku [Socio-economic research in the transition period. Ukraine in the 21st century: concepts and models of economic development]*. Schorichnyk naukovyj prats'. Kyiv [in Ukrainian].
8. Hryhorak, M.Yu. (2013). Konceptualni zasadi rozvitku logistichnoyi infrastrukturi v umovah ekonomiki znan [Conceptual principles of logistics infrastructure development in the conditions of the knowledge economy]. *Zbirnyk naukovykh prats' Derzhavnogo ekonomiko-tekhnologichnoho universytetu transportu. Serii: Ekonomika i upravlinnia*, № 26 [in Ukrainian]

9. Stan ta perspektyvy pryiednannia Ukrainy do Konventsii pro spilnu tranzytnu protseduru, yak tse peredbacheno zobov'iazanniamy, shcho mistiatsia v Uhodi pro asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu ta YeS / HO «Ukrainskyi tsentr yevropeiskoi polityky» (2019). [The status and prospects of Ukraine joining the Convention on a common transit procedure, as stipulated by the obligations contained in the Association Agreement between Ukraine and the EU / NGO "Ukrainian Center for European Policy"]. Retrieved from <https://www.civic-synergy.org.ua/wp-content/uploads/2018/04/Stan-taperspektyvy-pryyednannya-Ukrayiny-do-Konventsiyi-pro-spilnu-tranzytnu-protseduru-yak-tse-peredbachenozobov-yazannyamy-shho-mistyatsya-v-Ugodi-pro-asotsiatsiyu-mizh-Ukrayinoyu-ta-YES.pdf> [in Ukrainian].
10. Kombinovani sistemi perevezen vantazhiv. Yih perevagi ta nedoliki. (2017). [Combined cargo transportation systems. Their advantages and disadvantages]. *Ofitsiyni sait studopedia.org*. Retrieved from <http://studopedia.org/14-50364.html> [in Ukrainian].
11. Limonov, Je.L. (2000). Vneshnetorgovyie operacii morskogo transporta i mul'timodal'nye perevozki [Foreign trade operations of sea transport and multimodal transportations]. StP: Vybor [in Ukrainian].
12. Mizhhaluzevi pytannia – Mul'tymodal'nyj transport. Zakliuchnyj zvit 7.1. (Hruden' 2010) [Cross-cutting issues – Multimodal transport. Final report 7.1. December 2010]. Ministerstvo transportu ta zv'iazku Ukrainy, Kyiv, [in Ukrainian].
13. Multimodalne perevezennya: viznachennya, vidi, shema. (2017). [Multimodal transportation: definition, types, scheme]. *Ofitsiyni sait itranslit.com*. Retrieved from <http://xn--80aimveh.pp.ua/nauka/64-multimodalne-perevezennya-viznachennya-vidi-shema.html> (Accessed April 2017) [in Ukrainian].
14. Sokolova, O.Ye. (2014). Konceptualni zasadi formuvannya multimodalnoyi sistemi perevezennya vantazhiv [Conceptual foundations of the formation of a multimodal cargo transportation system]. Kyiv: Naukoyemni tehnologiyi [in Ukrainian].
15. Terminologiya kombinirovanyh perevozok (2017). [Terminology on combined transport]. United Nations: New York and Geneva. Retrieved from <http://www.internationaltransportforum> [in Ukrainian].
16. Transportna strategiya Ukrayini na period do 2030 roku (proekt). (2015) [Transport strategy of Ukraine for the period until 2030 (project)]. Retrieved from <http://www.mtu.gov.ua/projects/115> [in Ukrainian].

Клевцов Костянтин Миколайович – д.т.н., професор, професор кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Херсонської державної морської академії. E-mail: [klevtsovka@i.ua](mailto:klevtsovka@i.ua), ORCID: 0000-0001-9836-3296.

Букетов Андрій Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри, професор кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Херсонської державної морської академії. E-mail: [buketov@tntu.edu.ua](mailto:buketov@tntu.edu.ua), ORCID: 0000-0001-9836-3296.

Сапронов Олександр Олександрович – д.т.н., професор, заступник завідувача кафедри, професор кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Херсонської державної морської академії. E-mail: [oo.sapronov@gmail.com](mailto:oo.sapronov@gmail.com), ORCID: 0000-0003-1115-6556.

Шарко Олександр Володимирович – д.т.н., професор, професор кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Херсонської державної морської академії. E-mail: [mvsharko@gmail.com](mailto:mvsharko@gmail.com), ORCID: 0000-0001-8613-2837.

Васильченко Геннадій Юрійович – к.пед.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Херсонської державної морської академії. E-mail: [vasilchenkogenadii@gmail.com](mailto:vasilchenkogenadii@gmail.com), ORCID: 0000-0002-8320-4441.



Соценко Віталій Віталійович – PhD, старший викладач кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Херсонської державної морської академії. E-mail: sotsenco.vv@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1115-6556.

Онишко Дмитро Миколайович – старший викладач кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння Херсонської державної морської академії. E-mail: onushkodn@gmail.com, ORCID: 0009-0005-8394-3091.

Klevtsov Kostyantyn Mykolayovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Department of Transport Technologies and Mechanical Engineering of the Kherson State Maritime Academy. E-mail: klevtsovki.ua, ORCID: 0000-0001-9836-3296.

Buketov Andrii Viktorovych – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department, Professor at the Department of Transport Technologies and Mechanical Engineering of the Kherson State Maritime Academy. E-mail: buketov@tntu.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9836-3296.

Sapronov Oleksandr Oleksandrovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Head of the Department, Professor at the Department of Transport Technologies and Mechanical Engineering of the Kherson State Maritime Academy. E-mail: oo.sapronov@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1115-6556.

Sharko Oleksandr Volodymyrovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Department of Transport Technologies and Mechanical Engineering of the Kherson State Maritime Academy. E-mail: mvsharko@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8613-2837.

Vasilchenko Genadiy Yuriyovych – Doctor of Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Transport Technologies and Mechanical Engineering, Kherson State Maritime Academy. E-mail: vasilchenkogenadii@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8320-4441.

Sotsenko Vitaliy Vitaliyovych – PhD, Senior Lecturer at the Department of Transport Technologies and Mechanical Engineering, Kherson State Maritime Academy. E-mail: sotsenco.vv@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1115-6556.

Onishko Dmytro Mykolayovych – Senior Lecturer at the Department of Innovative Technologies and Technical Means of Navigation at the Kherson State Maritime Academy. E-mail: onushkodn@gmail.com, ORCID: 0009-0005-8394-3091.