

В. А. Будник,
к. е. н., професор, професор кафедри бізнес-логістики та транспортних технологій,
Національний транспортний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8936-0875>

DOI: 10.32702/2306-6814.2026.3.197

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ ПІСЛЯВОЄННОЇ РОЗБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРИ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ

V. Budnyk,
PhD in Economics, Professor,
Professor of the Department of Business Logistics and Transport Technologies, National Transport University

RISK MANAGEMENT OF POST-WAR RECONSTRUCTION PROJECTS FOR UKRAINIAN SEAPORT INFRASTRUCTURE

У статті досліджено вплив основних чинників ризику систематичного та специфічного характеру, притаманних наданню портових послуг, на реалізацію проєктів розбудови та модернізації інфраструктури морських портів України. Мета роботи полягала в формуванні методичного підходу до управління ризиками у вказаній сфері, який передбачає застосування імітаційного моделювання (методу Монте-Карло) за ймовірнісного характеру значень параметрів реалізації проєктів, що формуються в умовах ризику. Як вихідний параметр розробленого методичного підходу розглянуто розподіл значень інтегрального показника ефективності проєктів — чистої поточної вартості, що отримано в ході великої кількості симуляцій можливих комбінацій значень параметрів проєкту, що комплексно відображають вплив чинників ризику.

Апробацію сформованого методичного підходу шляхом імітаційного моделювання здійснено на прикладі реалізації проєкту з розбудови зернового терміналу Чорноморського морського порту. Аналіз основних статистичних характеристик розподілу значень критеріального показника доцільності реалізації проєктів дозволяє системно оцінити чутливість проєкту в умовах невизначеності та обґрунтувати прийняття рішень щодо мінімізації впливу чинників ризику на процеси розбудови та модернізації інфраструктури морських портів.

The article investigates the impact of key systematic and specific risk factors inherent in the provision of port services on the implementation of development and modernisation projects for the infrastructure of Ukrainian seaports. The aim of the study was to develop a methodological approach to risk management in this field that relies on simulation modelling under the assumption that project implementation parameters are probabilistic in nature. The proposed approach is based on identifying probability distributions of the relevant risk factors, subsequently generating random variables used in the calculation of project performance indicators, and simulating the values of these indicators for infrastructure projects in the Excel environment by performing a large number of iterations, in each of which random values of the variables representing risk factors are generated.

As the primary output of the proposed methodological approach, the article considers the distribution of an integrated project performance indicator — net present value (NPV) — obtained from extensive simulations of possible combinations of project parameters that jointly reflect the influence of risk factors.

The approach is tested on a case study of a development project for a grain terminal at the Chornomorsk seaport. The results of modelling the probabilistic distribution of annual project cash flows and performance indicators, taking into account the combined impact of the main uncertainty factors, revealed a critically high level of risk, a substantial dispersion of net present value, and, at the same time, considerable potential for achieving high returns on the project, provided that effective risk-mitigation instruments are applied.

Analysis of the key statistical characteristics of the distribution of the criterion indicator of project feasibility makes it possible to systematically assess the project's sensitivity under uncertainty and to substantiate managerial decisions aimed at minimising the impact of risk factors on the development and modernisation of port infrastructure.

Ключові слова: водний транспорт, морські перевезення, портова діяльність, портова інфраструктура, інвестиції, грошові потоки, ризики, імітаційне моделювання.

Key words: water transport, maritime transport, port operations, port infrastructure, investment, cash flows, risks, simulation modelling.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Провідні позиції доставки морським транспортом у структурі глобальних вантажопотоків пов'язані із здатністю забезпечувати міжнародні перевезення з найнижчими логістичними витратами та залучати до господарського обігу віддалені сировинні ресурси. Для України, яка інтегрована у світову транспортну мережу, ключовими умовами реалізації експортного й транзитного потенціалу є розвиток портової інфраструктури, модернізація технологічної бази морських портів та впровадження інноваційних методів організації переробки вантажів. Морські термінали, задіяні як інфраструктурні елементи в ланцюгах постачань, мають функціонувати без утворення "вузьких місць", що сповільнюють процеси перевалки та міжнародної логістики товарів.

Наразі морські порти надають послуги з переробки вантажів в умовах регулярних цілеспрямованих ракетно-шахедних атак, що призводять до значних руйнувань та пошкодження елеваторів, складів зберігання вантажів, перевантажувального обладнання тощо. За попередніми підрахунками, вартість відновлення портової інфраструктури України становить щонайменше 1 мільярд євро [1]. Процеси відбудови портових інфраструктурних об'єктів потребують значних капіталовкладень, які неможливо здійснити виключно за рахунок коштів державного бюджету або приватних компаній-власників окремих портових комплексів та терміналів, а реалізація відповідних проєктів в умовах бойових дій та післявоєнного відродження характеризуватиметься впливом низки чинників ризику, властивих як функціонуванню портової інфраструктури в умовах невизначеності попиту, значень вартісних показників надання послуг з переробки вантажів тощо, так і надання послуг в умовах воєнного стану.

При цьому не існує універсальних моделей управління ризиками інфраструктурних проєктів в умовах невизначеності, оскільки кожен окремий проєкт характеризується певними властивими цілями, очікуваними результатами, ресурсами, бюджетом та можливостями

адаптації до впливу чинників ризику, що спричинює доцільність наукового обґрунтування рішень щодо управління ризиками проєктів відбудови портової інфраструктури з урахуванням поточних умов функціонування морських портів України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Питання управління проєктами післявоєнної розбудови України та, зокрема, української портової інфраструктури в умовах глобальних викликів перебувають у центрі уваги науковців та потребують актуалізації з урахуванням поточних умов надання послуг з міжнародної доставки та змін щодо традиційних ланцюгів постачання внаслідок російської агресії.

Наукові праці таких учених: Бондар Н., Бушуєв С., Бушуєва Н., Кобилкін Д., Уткіна М. та багатьох інших дослідників — присвячені питанням ідентифікації та оцінки впливу ризиків управління інфраструктурними проєктами. Зокрема, в роботі [2] сформовано модель життєвого циклу управління інфраструктурними проєктами в умовах високого рівня ризиків, що враховує точки біфуркацій, ідентифіковано типові точки біфуркації інфраструктурних проєктів, в яких концентруються проблеми та виклики, ризики та можливості, та побудована векторна модель точки біфуркації, що запропоновано використовувати при формуванні стратегії проактивного управління відповідними проєктами.

Наукову працю [3] присвячено питанням систематизації принципів і підходів до процесу управління ризиками інфраструктурних проєктів та формування моделі саме тактичного управління ризиками з обґрунтуванням таких переваг над стратегічним управлінням: чітка вираженість предметної області, оперативність застосування управлінського інструментарію, швидка адаптація антикризових оперативних рішень та змісту моношаблонів інфраструктурних проєктів з урахуванням впливу зовнішнього та внутрішнього проєктного середовища на продукт проєкту протягом усіх фаз життєвого циклу проєктів.

В статті [4] визначено основні ризики реалізації інфраструктурних проєктів, що реалізуються в транспортній

сфері на засадах публічно-приватного партнерства, розглянуто політичні, правові, економічні та управлінські чинники, які впливають на ефективність реалізації інфраструктурних проєктів, а також механізми оптимізації ризиків на рівні конкретного проєкту та проєктної компанії при застосуванні публічно-приватного партнерства як найважливішого інструменту розвитку транспортної галузі, що дозволяє поєднати інтереси держави та бізнесу й забезпечити ефективний розподіл ризиків між учасниками реалізації інфраструктурних проєктів.

Робота [5] присвячена визначенню процедур контролю та моніторингу ризиків, формуванню фінансового, гарантійного та страхового інструментарію управління ризиками для інвестиційних та інфраструктурних проєктів відновлення України в умовах невизначеності, пов'язаної з воєнним та післявоєнним періодом і його умовами.

Проблематику функціонування та розбудови морських портів та портової інфраструктури України на сучасному етапі досліджено науковцями та практиками логістичного бізнесу з урахуванням значення цих інфраструктурних елементів у світовій торгівлі, реалізації експортного та транзитного потенціалу країни, забезпеченні ефективності зовнішньоекономічної діяльності суб'єктів підприємницької діяльності тощо. Зокрема, в науковій праці [6] розглянуті питання сутності й специфіки інфраструктурних проєктів на водному транспорті, визначено логічний ланцюжок впливу стану і параметрів цієї інфраструктури на параметри транспортного обслуговування і конкурентоспроможність транспортної системи країни. Робота [7] присвячена оцінці сучасного стану, перспектив розбудови морських портів "Великої Одеси" і Дунайського регіону та дослідженню проєктів із проведення гідротехнічних робіт з метою покращення безпеки мореплавства в акваторіях вказаних портів. Загальні питання потреби значних інвестицій для модернізації та відновлення зруйнованої та пошкодженої портової інфраструктури України, що спричинено воєнними діями, розглянуті в статті [8].

Водночас, застосування традиційних методів та моделей оцінки проєктів в умовах невизначеності не дозволяє враховувати комплексний вплив чинників ризику, що є системними в портовій сфері України, та обґрунтовано приймати рішення про перспективи інвестицій у розбудову інфраструктури з урахуванням чутливості до ризиків функціонування портових об'єктів.

У цілому сфера оцінки впливу ризиків реалізації проєктів розбудови інфраструктурних об'єктів характеризується ґрунтовними науковими розробками, але потребують подальшого розроблення питання удосконалення методології управління ризиками проєктів відбудови портової інфраструктури в умовах воєнного стану та післявоєнної модернізації з метою ефективного надання послуг з переробки вантажів у портах України, забезпечення сталого розвитку морської галузі й національної економіки загалом.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Мета дослідження полягає у розробленні та апробації методичного підходу до управління ризиками проєктів розбудови й модернізації інфраструктури морських портів України шляхом моделювання ймовірного розподілу показників ефективності з урахуван-

ням комплексного впливу основних чинників ризику функціонування та розвитку портової інфраструктури.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Україна знаходиться на перетині ключових торговельних маршрутів між Європою, Азією, Середземномор'ям і Балтією. Через територію країни проходить низка міжнародних транспортних коридорів, що надає унікальний шанс зміцнити позиції на глобальній логістичній мапі.

Реалізація логістичного потенціалу країни як частини глобальної транспортної системи, привабливість транспортної сфери України загалом багато в чому залежать від стану інфраструктури морських портів, оновлення та модернізації портових об'єктів, що задіяні в процесах морських перевезень експортно-імпоротної продукції.

Відповідно до Закону України "Про морські порти України", морський порт — визначені межами територія та акваторія, обладнані для обслуговування суден і пасажирів, проведення вантажних, транспортних та експедиційних робіт, а також інших пов'язаних з цим видів господарської діяльності; морський термінал — розташований у межах морського порту єдиний майновий комплекс, що включає технологічно пов'язані об'єкти портової інфраструктури, у тому числі причали, підйомно-транспортне та інше устаткування, які забезпечують навантаження-розвантаження та зберігання вантажів, безпечну стоянку та обслуговування суден і пасажирів [9].

Можна виокремити такі функції морських терміналів у межах логістичного ланцюга постачань: точки "входу та виходу" вантажу, що з'єднують вітчизняні підприємства з міжнародними ринками; перевалочні вузли, що забезпечують перевантаження на/з морський транспорт із/на залізничного, автомобільного чи річкового; зони доданої вартості, де здійснюється сортування, пакування, маркування, зберігання, митне оформлення та інші логістичні операції; інфраструктурні хаби, де надаються послуги стивдорних компаній, митних органів, логістичних операторів, задіяних у процесах міжнародної доставки.

Надання послуг у морських портах забезпечується такими групами об'єктів портової інфраструктури:

- портові термінали (контейнерні, зернові, наливні, з перевантаження генеральних вантажів тощо);
- склади та зони зберігання вантажів (криті склади загального призначення; спеціалізовані склади; відкриті майданчики для контейнерів і сипучих вантажів; елеватори та зерносховища; резервуари для наливних вантажів тощо);
- причальні споруди (причали, поглиблені акваторії та підхідні канали);
- перевантажувальна техніка (крани, конвеєри, транспортери, грейфери, маніпулятори тощо);
- адміністративні об'єкти (пункти митного оформлення вантажів; зони огляду вантажів та контейнерів; адміністративні будівлі; пости прикордонного контролю);
- залізничні та автомобільні під'їзні шляхи, лінії зв'язку, інженерні комунікації тощо.

Збалансований розвиток та ефективне використання портових потужностей відповідно до Стратегії розвитку морських портів України [10] передбачає "ство-

рення умов для залучення приватних інвестицій та підвищення ефективності використання наявних потужностей в морських портах України, гармонізацію розвитку припортової інфраструктури (залізничних підходів, автомобільних доріг) та пропускної спроможності морських портів, збільшення рівня їх участі в міжнародних ланцюгах постачань", внаслідок чого очікуються такі результати: "введення в експлуатацію нових та модернізованих перевантажувальних комплексів загальною потужністю не менше 100 млн тонн на рік, що забезпечить загальну пропускну спроможність морських портів України в обсязі близько 300 млн тонн; залучення щонайменше 50 млрд гривень з боку приватного сектору у перефільювання існуючих потужностей та створення нових перевантажувальних комплексів; створення близько 4,7 тис. робочих місць на підприємствах портової галузі та суміжними з нею сферами діяльності; забезпечення в морських портах України ефективної взаємодії видів транспорту, зокрема під час здійснення мультимодальних перевезень; гармонізація функціонування та розвитку інфраструктури морських портів України, припортової інфраструктури з планами розвитку територій; забезпечення залізничного сполучення з новими морськими терміналами відповідно до програм розвитку АТ "Українська залізниця"; підвищення рівня ефективності використання перевантажувальних комплексів у морських портах України до 70 відсотків" тощо.

Функціонування морських портів і до повномасштабного вторгнення здійснювалось в умовах впливу низки чинників специфічного ризику, що притаманні саме наданню послуг портової сфери та пов'язані з незбалансованим станом української портової інфраструктури, значною зношеністю портових активів, використанням застарілих технологій обробки вантажів та суден, низькою глибиною підхідних каналів і причалів, нестачею коштів, що спрямовувались би на оновлення матеріально-технічної бази, правовою невизначеністю для інвесторів та операторів внаслідок недосконалості нормативно-правової бази тощо.

Внаслідок російської воєнної агресії вплив специфічних чинників ризику лише посилюється та, звісно, в портовій діяльності додалися систематичні ризики — політичні, економічні, екологічні, що призвело до функціонування морських портів в умовах турбулентності, значних викликів, розриву традиційних логістичних шляхів тощо.

Отже, чинники ризику, що впливають на процеси розбудови та модернізації портової інфраструктури в морських портах України, можна систематизувати таким чином:

1. Політичні та геополітичні ризики, а саме:

- ризики, пов'язані з воєнними діями на території України (загроза ракетних ударів, обстрілів або блокади портів);

- трансформація політичного курсу (зміни в урядовій політиці щодо концесій та інших форм державно-приватного партнерства, тарифного регулювання тощо);

- нестабільність міжнародних відносин (блокада судноплавства РФ, санкційні обмеження, зменшення інтересу західних інвесторів);

- ризики зміщення глобальних логістичних потоків.

2. Економічні ризики:

- інфляційні очікування та коливання валютного курсу (вплив на вартість реалізації проєктів, кредитного обслуговування, майбутнє значення операційних витрат операторів, що надаватимуть портові послуги);

- ризик низької прибутковості інвестицій внаслідок зниження попиту на перевалку, втрату ринків, демографічне та економічне падіння тощо;

- зниження платоспроможності та конкурентоздатності потенційних контрагентів — експортерів, імпортних операторів;

- ризик незбалансованої тарифної політики на послуги морських портів.

3. Інституційно-правові ризики:

- часті зміни законодавства з регулювання податкового та митного режимів, зовнішньоторговельної діяльності тощо;

- корупційні ризики та адміністративні бар'єри функціонування портів;

- недосконалість процедур державно-приватного партнерства в морегосподарській сфері;

- слабкість інституту захисту прав інвестора в українській юрисдикції.

4. Логістичні та операційні ризики:

- значне фізичне зношення портової інфраструктури, що потребує значних капіталовкладень;

- недостатня інтеграція морських перевезень з іншими видами транспорту;

- сезонність вантажопотоку та нерівномірність використання портової інфраструктури;

- існуючі обмеження щодо режиму роботи портів в умовах воєнного стану;

- енергетична вразливість портів як значних споживачів електроенергії та висока вартість автономних джерел;

- недостатня цифровізація управління вантажопотоками, що слідує через морські порти.

5. Екологічні та соціальні ризики:

- загроза екологічних катастроф у разі аварій, витоків або порушень у поводженні з небезпечними вантажами та відходами;

- мобілізаційний відтік кваліфікованих кадрів;

- потенційні конфлікти з місцевими громадами внаслідок негативного впливу переробки вантажів на навколишнє середовище тощо.

Оцінку впливу основних чинників ризику функціонування та розвитку морських портів на ефективність інвестицій у розбудову портової інфраструктури запропоновано здійснювати з використанням методу Монте-Карло, що дозволяє врахувати ймовірнісний характер вихідних параметрів і отримати розподіл значень загальноновживаних інтегральних показників ефективності (NPV, IRR, період окупності, індекс прибутковості). Перевага вказаного методу полягає в можливості симуляції значень параметрів, що характеризують вплив чинників ризику на реалізацію проєктів. Отже, на відміну від інших загальноновживаних методів оцінки проєктів в умовах ризику (а саме: аналізу чутливості та оцінки значень очікуваного чистого дисконтованого доходу), застосування методу Монте-Карло дозволяє здійснити велику кількість (одну тисячу — десять тисяч) ітерацій-симуляцій можливих значень багатьох параметрів проєкту, що комплексно відображують кількісні характеристики

Y2	=NPV(0,12;02:X2)+N2																	
	A	B	C	D	E	L	M	N	O	P	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	
1	Объём вытанзко	ставка тарифу	до	К т в инкориста	Витрати на ПММ	витрати на ресмон	Кап.аитрати	Кап.аитрати1	грощ.логик 0	грощ.логик 1	грощ.логик 2	NPV	и, об.ср.ср.	и, ставка тари	и, к т в инкор.	и, ПММ	и, ресм.аитрат	и, кап.аитрат
2	819491,7	21,1356726	0,586716	4,62114836	1,887425883	-11658902	-11658902	-11658902	-1,2Е+07	6093379	12787677	0,004749	0,906617	0,232419	0,683128	0,393762	0,220156	
3	958634,89	18,98417	0,539999	5,77683167	1,897489016	-10982176	-10982176	-10982176	-1,1Е+07	5344948	9802681	0,314563	0,121074	0,130664	0,991699	0,402743	0,077174	
4	1131507,5	21,7249994	0,783162	5,02639906	2,675142402	-12479540	-12479540	-12479540	-1,2Е+07	8841229	29433442	0,94136	0,990547	0,863488	0,842017	0,947234	0,49185	
5	1013163,7	20,4595487	0,775359	5,82423536	2,397925034	-12531809	-12531809	-12531809	-1,3Е+07	7493986	20442093	0,563652	0,703376	0,844646	0,994851	0,818753	0,512643	
6	1047325,1	19,6104844	0,45949	4,99542417	1,947877454	-12088735	-12088735	-12088735	-1,2Е+07	5733738	9216265	0,70863	0,324207	0,023594	0,831805	0,449236	0,349025	
7	1174816,2	20,3454909	0,534345	3,7027721	2,108579828	-12580466	-12580466	-12580466	-1,3Е+07	7303526	18793312	0,992072	0,657825	0,120324	0,16463	0,602685	0,531669	
8	910946,44	20,3949636	0,641418	3,9817446	1,52147537	-14239134	-14239134	-14239134	-1,4Е+07	7497695	16345026	0,153864	0,677982	0,388552	0,321274	0,135968	0,953687	
9	1017922,8	19,8621589	0,651834	3,82342196	2,416866125	-13319528	-13319528	-13319528	-1,3Е+07	7427047	18161081	0,585598	0,433454	0,422803	0,226008	0,829977	0,774081	
10	998281,28	20,6250861	0,617058	3,85485451	1,32789973	-13086971	-13086971	-13086971	-1,3Е+07	7617105	18893057	0,491443	0,763701	0,314093	0,243592	0,053759	0,707226	
11	1137899,6	18,9621152	0,560235	4,90537347	2,621453335	-11765898	-11765898	-11765898	-1,2Е+07	6206561	13570496	0,951794	0,115708	0,171169	0,800299	0,928351	0,249472	
12	982512,27	19,2334704	0,568846	3,62821419	2,211623047	-12471454	-12471454	-12471454	-1,2Е+07	6488730	13496585	0,416384	0,190181	0,190061	0,131551	0,689231	0,488647	
299	908289,91	21,8572385	0,592712	4,59130569	2,914768939	-12745763	-12745763	-12745763	-1,3Е+07	6676765	14595927	0,146584	0,997452	0,247587	0,669263	0,996368	0,593473	
300	897006,18	19,2608246	0,622921	3,65667041	1,851248524	-13744932	-13744932	-13744932	-1,4Е+07	6887188	13366814	0,117627	0,19871	0,331293	0,143739	0,362312	0,873984	
301	1073148,5	21,2624098	0,737455	4,5531434	1,35876301	-11718399	-11718399	-11718399	-1,2Е+07	4572087	28253184	0,798859	0,931995	0,735791	0,651101	0,064355	0,236232	
1001	1026200,9	19,0700497	0,572954	4,31161487	1,677030434	-11915675	-11915675	-11915675	-1,2Е+07	6451638	14995894	0,622424	0,143126	0,19942	0,524893	0,229185	0,293585	

Рис. 1. Фрагмент симуляції значень NPV проєкту розбудови зернового терміналу морського порту за методом Монте-Карло

Джерело: сформовано автором.

ки значень чинників ризику та впливають на значення грошових потоків та ефективність проєктів в умовах невизначеності їхньої реалізації.

Було сформовано методичний підхід до управління ризиками проєктів розбудови й модернізації інфраструктури морських портів України, що передбачає застосування методу імітаційного моделювання (методу Монте-Карло) шляхом дослідження впливу чинників ризику на значення показників ефективності реалізації проєктів за нижченаведеними етапами:

1. Формування переліку чинників ризику як змінних параметрів, що впливають на значення прогнозних грошових потоків за роками реалізації проєкту.

2. Визначення можливої функції розподілу значень чинників ризику на основі статистичних даних, експертних оцінок або аналітичних припущень задля подальшого генерування випадкових значень змінних, що входять до розрахунку грошових потоків та показників оцінки ефективності реалізації проєктів.

3. Проведення симуляції значень показників ефективності у середовищі Excel за методом Монте-Карло із застосуванням функції RAND() з кількістю ітерацій не менше 1000, для кожної з яких випадковим чином генеруються значення змінних параметрів як чинників ризику.

4. Формування масиву результатів та аналіз ймовірного розподілу значень показників ефективності проєкту (середні, медіанні, перцентильні оцінки, значення показників ризику, ймовірності збитковості та досягнення цільового значення критеріального показника тощо), що дозволить комплексно оцінити чутливість проєкту в умовах невизначеності.

5. Обґрунтування рішень щодо доцільності реалізації проєктів та формування заходів із мінімізації впливу чинників ризиків на процеси розбудови та модернізації інфраструктури морських портів.

Апробацію сформованого методичного підходу здійснено шляхом симуляцій в середовищі Excel для

оцінки ймовірного розподілу показника чистої поточної вартості (NPV) інфраструктурного проєкту з розбудови зернового терміналу Чорноморського морського порту з урахуванням таких основних чинників ризику:

- попит на перевалку зернових як значення можливого річного обсягу переробки (тонн);
- ставка тарифу на переробку (дол/т);
- коефіцієнт використання потужності терміналу з урахуванням досягнення запроєктованих значень та сезонності попиту на послуги;
- витрати на паливно-мастильні матеріали (дол/т);
- ремонтні витрати (дол/т);
- значення капітальних витрат на модернізацію портових потужностей.

При симуляції кількісних значень чинників ризику використано так звану трикутну (триангулярну) закономірність розподілу ймовірнісних величин, а випадкове значення окремих вищенаведених показників, що враховують вплив ризику на реалізацію інфраструктурного проєкту, встановлено в середовищі Excel з використанням функції RAND() для кожного з параметрів проєкту за формулою (1):

$$\begin{aligned} X &= \text{IF}(\text{RAND}() < (\text{Mode} - \text{Min})/(\text{Max} - \text{Min}); \\ &\text{Min} + \text{SQRT}(\text{RAND}()) * (\text{Mode} - \text{Min}) * (\text{Max} - \text{Min}); \\ &\text{Max} - \text{SQRT}((1 - \text{RAND}()) * (\text{Max} - \text{Mode}) * \\ & * (\text{Max} - \text{Min}))) \end{aligned} \quad (1).$$

де X — згенероване випадкове значення окремого показника впливу ризику;

RAND() — згенероване випадкове значення, яке більше або дорівнює 0 і менше за 1;

Mode — найчастіше значення окремого показника впливу ризику;

Min — мінімально можливе значення окремого показника впливу ризику;

Max — максимально можливе значення окремого показника впливу ризику.

Таблиця 1. Основні статистичні характеристики значення показника NPV проекту розбудови портової інфраструктури за результатами імітаційного моделювання

Основні статистичні характеристики	Формула розрахунку в Excel	Значення
Середнє значення	AVERAGE(масив)	3540142 дол.
Медіанне значення	MEDIAN(масив)	3415082 дол.
90-й перцентиль	PERCENTILE.INC(масив;0,9)	10652928 дол.
5-й перцентиль	PERCENTILE.INC(масив;0,05)	- 5832535 дол.
Коефіцієнт варіації	SQRT(VAR.P(масив))/AVERAGE(масив)*100	163,7%
Ймовірність отримання додатного значення NPV	COUNTIF(масив;">0")/1000	0,726
Ймовірність того, що NPV перевищить 5 млн дол.	COUNTIF(масив;">5000000")/1000	0,396

Джерело: розраховано автором.

Було здійснено тисячу симуляцій для ймовірнісної оцінки значення NPV проекту розбудови зернового терміналу морського порту за методом Монте-Карло, при цьому для кожної симуляції випадковим чином згенеровано значення змінних шести параметрів реалізації проекту як чинників ризику (рис. 1).

Масив даних щодо значень чистої поточної вартості (NPV), отриманий в результаті тисячі симуляцій можливих комбінацій параметрів ризику проекту, використано для оцінки ймовірнісного розподілу значень цього критеріального показника ефективності проекту та розрахунку таких його статистичних характеристики, які можна вважати т.зв. метриками ризику: середнє та медіанне значення показника; 90-й перцентиль (характеризує значення результативної ознаки, яке не перевищується у 90% симуляцій); 5-й перцентиль (характеризує з ймовірністю 5% критичну межу песимістичного сценарію в умовах невизначеності); к-т варіації; ймовірність отримання додатного значення NPV; ймовірність перевищення цільового значення, встановленого зацікавленими сторонами проекту.

В таблиці 1 наведено результати розрахунку за методом Монте-Карло статистичних характеристики значення показника NPV проекту розбудови зернового терміналу морського порту.

Результати застосування сформованого методичного підходу до управління ризиками проектів розбудови й модернізації інфраструктури морських портів України шляхом моделювання ймовірнісного розподілу показників ефективності з урахуванням комплексного впливу основних чинників ризику на прикладі реалізації проекту розбудови зернового терміналу морського порту дозволяють оцінити ризик вказаного проекту як критично високий, оскільки:

— значення коефіцієнта варіації показника NPV на рівні 163,7% є характерним маркером нестабільності та свідчить про вкрай низьку прогнозованість грошових потоків проекту;

— за песимістичним сценарієм реалізації проекту з ймовірністю 5% буде згенеровано від'ємне значення чистої поточної вартості на суму майже 6 млн доларів, про що свідчить значення 5-го перцентилу розподілу;

— ймовірність отримання додатного значення чистої поточної вартості проекту становить 72,6%, тобто майже у кожному третьому сценарії імітаційного моделювання проект характеризується як незадовільний,

тому такий рівень ризику може бути непридатним для зацікавлених сторін без наявності додаткових гарантій;

— водночас, досить вагомим є рівень імовірності отримати значення чистої поточної вартості понад 5 млн доларів — 39,6%;

— попри високі ризики, проект демонструє значний потенціал досягнення бажаних результатів та може зацікавити інвесторів, готових до ризику задля отримання високої доходності, оскільки 90-й перцентиль становить понад 10 млн доларів, за сприятливої кон'юнктури результат реалізації проекту може втричі перевищити середнє значення NPV, що становить близько 3,5 млн доларів.

Загалом реалізація розглянутого проекту розбудови портових потужностей в умовах впливу чинників ризику може бути доцільною за умови впровадження ефективних інструментів управління ризиками, зокрема, страхування, диверсифікації діяльності та наявності резервних коштів для покриття збитків у разі реалізації негативних сценаріїв з урахуванням значної розбіжності значень чистої поточної вартості проекту, яку засвідчили результати імітаційного моделювання за методом Монте-Карло.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Реалізація проектів розбудови інфраструктури морських портів України характеризується впливом низки значних чинників систематичного та специфічного ризику, що притаманні наданню послуг портової сфери та пов'язані з повномасштабним вторгненням, розривом традиційних логістичних шляхів, незбалансованим станом української портової інфраструктури, недосконалістю нормативно-правової бази, значною зношеністю портових активів, нестабільністю попиту на портові послуги, використанням застарілих технологій обробки вантажів та суден, нестачею джерел фінансування модернізації матеріально-технічної бази тощо.

Задля комплексної оцінки впливу основних чинників невизначеності сформовано методичний підхід до управління ризиками проектів розбудови й модернізації інфраструктури морських портів України, що передбачає застосування імітаційного моделювання (методу Монте-Карло) за ймовірнісного характеру значень параметрів реалізації проектів, що формуються в умовах ризику. Як вихідний параметр розробленого методичного підходу розглянуто розподіл значень інтегрального показника ефективності проектів — чистої поточної вартості, отриманих у ході великої кількості симуляцій можливих комбінацій значень багатьох параметрів проекту, що комплексно відображують кількісні характеристики чинників ризику. Аналіз основних статистичних показників розподілу значень критеріального показника доцільності реалізації проектів дозволить системно оцінити чутливість проекту в умовах невизначеності та обґрунтувати прийняття рішень щодо мінімізації впливу чинників ризиків на процеси розбудови та модернізації інфраструктури морських портів.

Апробація сформованого методичного підходу шляхом імітаційного моделювання за методом Монте-Карло на прикладі реалізації проєкту з розбудови зернового терміналу Чорноморського морського порту дозволила оцінити ризик проєкту як критично високий та зробити висновок щодо значного потенціалу отримання високої доходності за вказаним проєктом розбудови портових потужностей за умови застосування ефективних інструментів протидії впливу чинників ризику.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні комплексного впливу чинників ризику на значення інших показників оцінки ефективності проєктів, зокрема внутрішньої ставки доходності, періоду окупності, індексу прибутковості, що дозволить порівняти результати симуляцій за різними критеріями доцільності реалізації проєктів післявоєнної розбудови інфраструктури морських портів України та оцінити узгодженість управлінських висновків, зроблених на їх основі.

Література:

1. Для відновлення портової інфраструктури України треба щонайменше 1 мільярд — Мінрозвитку. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3998815-dla-vidnovlennia-portovoi-infrastrukturi-ukraini-potribno-sonajmense-1-milard-minrozvitku.html> (дата звернення: 15.12.2025).
2. Бушуєв С. Д., Бушуєв Д. А., Козир Б. Ю. Зміна парадигм в управлінні інфраструктурними проєктами і програмами. Управління розвитком складних систем. 2019. № 37. с. 6—12. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9783149>.
3. Кобилкін Д. С., Павук І. В. Моделювання процесів тактичного управління ризиками в інфраструктурних проєктах, програмах та портфелях проєктів. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2023. № 28. с. 14—23. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.02>.
4. Бондар Н. М., Сукманюк В. М. Детермінанти успішності інвестицій інфраструктурних проєктів на закладах публічно-приватного партнерства в транспортній сфері. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Випуск 46. 2025. С. 24—1. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17158397>.
5. Крпельницька С. О., Криховецька З. М., Мацьків В. В., Плєць І. І. Проблемні аспекти управління ризиками інвестиційних та інфраструктурних проєктів відновлення України. Актуальні проблеми розвитку економіки регіону. 2023. Вип 19. Т. 1. с. 254—263. DOI: <https://doi.org/10.15330/apred.1.19.254-263>.
6. Немчук О. О., Верещака М. А., Онищенко С. П. Сутність та специфіка інфраструктурних проєктів на водному транспорті. Розвиток транспорту. № 1(8). 2021. С. 135—148. DOI: <https://doi.org/10.33082/td.2021.1-8.13>.
7. Дубровський М. П., Калюжна В. Є., Калюжний О. В. Аналіз діяльності працюючих портів України в умовах воєнного стану. Вісник Одеського національного морського університету. 2025. № 77. С. 179—191. DOI: <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2025-3-179-191>.
8. Траченко Л. А. Проблеми та можливості для розвитку бізнесу морської галузі України в повоєнний період. Економіка та суспільство. 2025. № 71. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-31>.
9. Про морські порти України: Закон України від 17.05.2012 р. № 4709-VI. Відомості Верховної Ради України. 2012. № 36. Ст. 416.
10. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року. URL: <https://mtu.gov.ua/files/strategy2038.pdf> (дата звернення: 25.12.2025).

References:

1. Ukrinform (2025), "At least 1 billion is needed to restore Ukraine's port infrastructure — Ministry of Development", available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3998815-dla-vidnovlennia-portovoi-infrastrukturi-ukraini-potribno-sonajmense-1-milard-minrozvitku.html> (Accessed 15.12.2025).
2. Bushuiev, S.D. Bushuiev, D.A. and Kozyr, B.Yu. (2019), "Changing paradigms in the management of infrastructure projects and programs", *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, vol. 37, pp. 6—12. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9783149>.
3. Kobylkin, D.S. and Pavuk, I.V. (2023), "Modeling processes of tactical risk management in infrastructure projects, programs and project portfolios", *Visnyk L'vivskoho derzhavnoho universytetu bezpeky zhyttiedialnosti*, vol.28, pp. 14—23. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.02>.
4. Bondar, N.M. and Sukmaniuk, V.M. (2025), "Determinants of the success of infrastructure project investments based on public-private partnership in the transport sector", *Naukovi zapysky L'vivskoho universytetu biznesu ta prava*, vol. 46, pp. 24—31. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17158397>.
5. Kropel'nyts'ka, S.O. Krykhovets'ka, Z.M. Mats'kiv, V.V. and Plets', I.I. (2023), "Problematic aspects of risk management of investment and infrastructure projects for the restoration of Ukraine", *Aktual'ni problemy rozvytku ekonomiky rehionu*, vol. 19, no.1, pp. 254—263. DOI: <https://doi.org/10.15330/apred.1.19.254-263>.
6. Nemchuk, O.O. Vereschaka, M.A. and Onyschenko, S.P. (2021), "The essence and specifics of infrastructure projects in water transport", *Rozvytok transportu*, vol. 1(8), pp. 135—148. DOI: <https://doi.org/10.33082/td.2021.1-8.13>.
7. Dubrovs'kyj, M.P. Kaliuzhna, V.Ye. and Kaliuzhnyj, O.V. (2025), "Analysis of the activities of operating ports of Ukraine under martial law", *Visnyk Odes'koho natsional'noho mors'koho universytetu*, vol. 77, pp. 179—191. DOI: <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2025-3-179-191>.
8. Trachenko, L. (2025), "Problems and opportunities for business development in the maritime industry of Ukraine in the post-war period", *Ekonomika ta suspil'stvo*, vol. 71. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-31>.
9. Verkhovna Rada of Ukraine (2012), The Law of Ukraine "On sea ports of Ukraine", *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainym* vol. 36.
10. Ministry of Infrastructure of Ukraine (2019), "Strategy for the development of seaports of Ukraine for the period until 2038", available at: <https://mtu.gov.ua/files/strategy2038.pdf> (Accessed 25.12.2025).

Стаття надійшла до редакції 22.01.2026 р.