

УДК 351.863:338.49

Н. В. Трушкіна,
к. е. н., старший дослідник, старший науковий співробітник сектора промислової політики
та інноваційного розвитку відділу промислової політики та енергетичної безпеки,
Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України, м. Харків
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6741-7738>

DOI: 10.32702/2306-6792.2026.6.169

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО РОЗВИТКУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ БЕЗПЕКОВИХ ВИКЛИКІВ

N. Trushkina,
PhD in Economics, Senior Research Fellow, Senior Research Officer of the Sector
of Industrial Policy and Innovative Development of the Department of Industrial Policy and Energy Security,
Research Center for Industrial Problems of Development of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv

CONCEPTUAL APPROACHES TO CRITICAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT UNDER CONTEMPORARY SECURITY CHALLENGES

У статті узагальнено та систематизовано теоретико-методичні підходи до розвитку критичної інфраструктури в умовах сучасних безпекових викликів. Обґрунтовано, що в умовах зростання воєнних, техногенних, кібернетичних і соціально-економічних ризиків критична інфраструктура виступає ключовим елементом забезпечення національної безпеки, безперервності життєво важливих послуг, стійкості економіки та стабільності функціонування держави. Доведено, що розвиток критичної інфраструктури доцільно розглядати як комплексний процес трансформації стратегічно важливих об'єктів, систем і мереж, спрямований на підвищення їх стійкості, адаптивності, безпечності, резильєнтності та інноваційності. Проведено порівняльний аналіз зарубіжних і вітчизняних наукових підходів до дослідження критичної інфраструктури, систематизовано її основні сектори та визначено ключові фактори розвитку. Запропоновано концептуальну модель розвитку критичної інфраструктури в Україні. Визначено базові принципи, методичний алгоритм та типологію моделей розвитку критичної інфраструктури. Практичне значення результатів полягає у можливості їх використання при формуванні державної політики у сфері модернізації, захисту та резильєнтності критичної інфраструктури як стратегічного напрямку повоєнної відбудови економіки України.

The article summarizes and systematizes theoretical and methodological approaches to the development of critical infrastructure under modern security challenges. It is substantiated that in the context of increasing military, technological, cyber, and socio-economic risks, critical infrastructure becomes a key element for ensuring national security, continuity of essential services, resilience of the economic system, and stability of state functioning. It is determined that contemporary security challenges associated with military aggression, destruction of energy and transport systems, disruption of logistics chains, growing cyber threats, and the need for large-scale post-war reconstruction significantly intensify the necessity to reconsider approaches to the development of critical infrastructure and to form new mechanisms for its modernization and resilience enhancement.

It is proved that the development of critical infrastructure should be considered as a complex and multi-level process of transformation of strategically important facilities, systems, and networks aimed at increasing their resilience, adaptability, security, innovativeness, and functional capacity. A comparative analysis of foreign and domestic scientific approaches to the study of critical infrastructure has been conducted, which made it possible to identify the dominance of security, resilience-based, systemic, institutional, economic, and spatial approaches in the contemporary scientific discourse. The main sectors of critical infrastructure have been systematized and key factors of its development have been identified, including security, economic, institutional, technological, social, spatial, and environmental factors. Based on the generalization of the research results, an author's conceptual model for the development of critical

infrastructure is proposed, which provides for the integration of security, economic, institutional, and technological components of development. The basic principles of critical infrastructure development are defined, including systemicity, integration, adaptability, resilience, innovativeness, priority orientation, and territorial balance. A methodological algorithm for the development of critical infrastructure has been developed, including the stages of identification of critical objects, diagnostics of their condition, determination of development priorities, formulation of managerial decisions, resource provision, implementation of infrastructure projects, and monitoring of results. A typology of models for critical infrastructure development is proposed, which substantiates the feasibility of applying an integrated approach combining the tasks of protection, modernization, recovery, and long-term infrastructure development.

The practical significance of the obtained results lies in the possibility of their application by public authorities, regional governance bodies, business entities, and international partners in the formation of state policy in the field of development, modernization, protection, and restoration of critical infrastructure, as well as in the development of strategic programs for post-war reconstruction and strengthening the resilience of infrastructure systems.

Ключові слова: національна економіка, розвиток критичної інфраструктури, інфраструктурні системи, концептуальні підходи, безпекові виклики, інфраструктурні загрози, національна безпека, стійкість, резильєнтність, адаптивність, захист, управління розвитком, модернізація, цифрова трансформація, державне регулювання, інфраструктурна політика, повоєнна відбудова.

Key words: national economy, critical infrastructure development, infrastructure systems, conceptual approaches, security challenges, infrastructure threats, national security, sustainability, resilience, adaptability, protection, development management, modernization, digital transformation, government regulation, infrastructure policy, post-war reconstruction.

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

У сучасних умовах критична інфраструктура набула статусу одного з ключових чинників забезпечення життєздатності держави, безперервності надання суспільно необхідних послуг, стабільності економічних процесів і підтримання національної безпеки. Її значення істотно зросло під впливом системних трансформацій, пов'язаних із цифровізацією, ускладненням міжгалузевих і міжтериторіальних зв'язків, посиленням технологічної взаємозалежності інфраструктурних систем, а також загостренням воєнних, кібернетичних, терористичних, енергетичних і кліматичних загроз. За таких умов критична інфраструктура розглядається вже не лише як сукупність об'єктів, необхідних для життєдіяльності населення, а як системоутворювальна основа стійкості держави, її економічної безпеки, соціальної стабільності та просторової цілісності [1; 2].

Актуалізація проблематики розвитку критичної інфраструктури зумовлена також тим, що порушення функціонування її ключових складових породжує не ізольовані збої, а складні ланцюгові та каскадні ефекти, які поширюються на суміжні сектори та сфери суспільного життя. Втрата стабільності в енерге-

тиці, транспорті, системах водопостачання, інформаційно-комунікаційній інфраструктурі, охороні здоров'я чи фінансовому секторі здатна спричинити масштабні соціально-економічні наслідки, дестабілізацію діяльності державних інституцій, зниження рівня безпеки населення та погіршення умов функціонування бізнесу. Саме тому в більшості розвинених країн світу розвиток критичної інфраструктури розглядається як один із пріоритетних напрямів державної політики, безпосередньо пов'язаний із забезпеченням національної безпеки, підтриманням конкурентоспроможності економіки та зміцненням стійкості територій до кризових впливів [1–6].

Для України ця проблема має особливо гострий характер, оскільки в умовах повномасштабної війни розвиток критичної інфраструктури набуває не лише економічного чи управлінського, а й безпекового, соціального, гуманітарного та відновлювального виміру. Російська збройна агресія засвідчила, що ураження об'єктів енергетики, транспорту, житлово-комунального господарства, зв'язку, соціальної інфраструктури, освіти та охорони здоров'я спричиняє не локальні порушення, а системні дисфункції, які охоплюють територіальні громади, регіональні господарські комплекси та механізми державного управління. За результатами Fourth Rapid Damage and Needs Assessment,

підготовленої Урядом України, Групою Світового банку, Європейською Комісією та Організацією Об'єднаних Націй [7], станом на 31 грудня 2024 р. пряма шкода в Україні сягнула 176 млрд дол. США. Найбільш постраждалими визнано житловий сектор, транспорт, енергетику та видобувну сферу, торгівлю і промисловість, а також освіту. Загальну потребу у відновленні та відбудові упродовж 2025—2035 рр. оцінено у 524 млрд дол. США [7; 8]. Це свідчить не лише про колосальний масштаб руйнувань, а й про необхідність переходу від фрагментарного відновлення окремих об'єктів до стратегічного бачення розвитку критичної інфраструктури як цілісної багаторівневої системи.

Особливо складною є ситуація в енергетичному секторі, який становить ядро критичної інфраструктури та визначає стійкість функціонування більшості інших систем. Станом на березень 2023 р., за офіційною оцінкою, було пошкоджено близько 50% енергетичної інфраструктури України [9]. Подальші оцінки засвідчили, що масштаби руйнувань у цьому секторі вийшли далеко за межі проблеми аварійного ремонту та поставили питання про структурне переосмислення майбутньої архітектури енергосистеми [10]. За оцінками RDNA4 [7], загальний обсяг шкоди у секторі енергетики та видобувної промисловості перевищив 20 млрд дол. США, при цьому приріст обсягів пошкоджень порівняно з попередньою оцінкою становив 94%. Це підтверджує, що енергетична інфраструктура стала однією з головних цілей системного руйнування, а відтак її розвиток має розглядатися як стратегічний пріоритет державної політики.

Наведені дані дають підстави стверджувати, що в сучасних умовах уже недостатньо трактувати відбудову критичної інфраструктури як просте фізичне заміщення пошкоджених або зруйнованих об'єктів. Ідеться про значно складніше та ширше завдання, яке пов'язано з формуванням нової моделі її розвитку, орієнтованої на стійкість, адаптивність, захищеність, резервування, децентралізацію, технологічну модернізацію, просторову збалансованість та резильєнтність. У такому контексті на перший план виходить не лише відновлення функціональності інфраструктурних елементів, а й обґрунтування концептуальних підходів до розвитку критичної інфраструктури в умовах тривалих безпекових загроз, коли стратегічним орієнтиром стає не повернення до довоєнного стану, а підвищення спроможності систем витримувати удари, швидко відновлюватися, функціонувати, адаптовуватися до умов невизна-

ченості та забезпечувати безперервність життєво важливих послуг [7].

Водночас проблема розвитку критичної інфраструктури має безпосередній зв'язок не лише з безпековим виміром, а й із повоєнною відбудовою національної економіки та просторовим розвитком територій. Руйнування інфраструктури поглиблює міжрегіональні диспропорції, обмежує мобільність ресурсів, знижує інвестиційну привабливість територій, ускладнює виробничу діяльність, гальмує відновлення ринків праці та стримує повернення населення. У свою чергу модернізація критичної інфраструктури здатна стати одним із ключових драйверів структурної перебудови економіки, розвитку нових виробничих, транспортних і логістичних конфігурацій, зміцнення енергетичної автономії регіонів, розширення цифрових сервісів і підвищення резильєнтності територіальних громад [7; 8]. Саме тому розвиток критичної інфраструктури доцільно розглядати не лише як напрям відновлення пошкоджених систем, а як основу формування нової якості економічного простору та інституційної спроможності держави.

Додаткового значення цій проблематиці надає й активізація міжнародної фінансової підтримки, спрямованої на відновлення та модернізацію інфраструктурних систем України. У 2024 р. міжнародні фінансові інституції та уряди партнерських держав суттєво розширили участь у фінансуванні проєктів відбудови енергетичної, транспортної, соціальної, поштової, житлової та цифрової інфраструктури [11]. Зокрема, уряд Франції підписав із Україною грантову угоду на суму 200 млн євро для реалізації проєктів у сферах енергетики, охорони здоров'я, водопостачання, житлового будівництва, цифрових технологій і переробки відходів [12]. Такі рішення мають не лише прикладне, а й концептуальне значення, оскільки підтверджують необхідність поєднання відновлювальних заходів із довгостроковою модернізацією, посиленням стійкості та резильєнтністю функціональної архітектури критичної інфраструктури.

Отже, актуальність дослідження зумовлено сукупною дією взаємопов'язаних факторів: безпрецедентним масштабом руйнування національних інфраструктурних систем; критичною роллю енергетичної, транспортної, житлово-комунальної, соціальної та цифрової інфраструктури у забезпеченні життєдіяльності держави; необхідністю інтеграції безпекового, відновлювального та просторового підходів до формування державної політики; а

також потребою у розробленні сучасних концептуальних підходів до розвитку критичної інфраструктури, які б відповідали новій архітектурі ризиків, викликів і стратегічних завдань повоєнного відновлення України. За таких умов теоретичне переосмислення розвитку критичної інфраструктури набуває особливої наукової та практичної значущості, оскільки створює підґрунтя для подальшого обґрунтування її принципів, напрямів, моделей і механізмів у контексті сучасних безпекових викликів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблематика розвитку критичної інфраструктури в останні роки посідає важливе місце у зарубіжному науковому дискурсі, проте досліджується з різних методологічних позицій і з неоднаковим рівнем теоретичного узагальнення. Це зумовлено, з одного боку, багатовимірністю самої критичної інфраструктури як складної системи взаємопов'язаних об'єктів, мереж, сервісів, ресурсів та інституцій, а з іншого — впливом нових глобальних викликів, які актуалізували питання безпеки, стійкості, адаптивності, захищеності та відновлення інфраструктурних систем [1—3]. Саме тому в сучасних дослідженнях критична інфраструктура дедалі частіше розглядається не в одному вузькому значенні, а одночасно як система, мережева й організаційна структура, сукупність стратегічно важливих активів, об'єкт захисту, складова національної безпеки та об'єкт державного управління [4—6]. Така багатоплощинність наукового осмислення зумовлює існування різних підходів до інтерпретації як самої критичної інфраструктури, так і процесів її розвитку.

У вітчизняній науковій літературі тематика розвитку критичної інфраструктури тривалий час розглядалася переважно у контексті національної безпеки, державного управління, нормативно-правового забезпечення, ідентифікації критичних об'єктів та розбудови державної системи захисту. Значний внесок у розроблення цих питань зробили Д. Бірюков, Д. Бобро, І. Газдайка-Васильшин, К. Ганкевич, С. Гнатюк, М. Домарацький, О. Єрменчук, О. Калиновський, М. Кизим, С. Кондратов, С. Корольов, В. Косинський, В. Левчук, В. Лойко, В. Лядовська, С. Маляр, С. Мельник, П. Підюков, П. Пригунов, О. Резнікова, Є. Романенко, М. Руденко, М. Рябий, І. Солопова, Я. Страхніцький, О. Суходоля, С. Теленик, В. Франчук, В. Хаустова, В. Храпкіна, О. Яременко та інші.

Слід відмітити, що порівняльний аналіз зарубіжних і вітчизняних підходів дозволяє зробити кілька принципових висновків. По-перше, у зарубіжній літературі переважає прикладна орієнтація досліджень: увага концентрується на оцінюванні ризиків, вимірюванні стійкості, математичному й сценарному моделюванні, аналізі взаємозалежності систем, кіберзахисті, підготовці кадрів, а також механізмах взаємодії держави і бізнесу. Отже, домінуючим тут є функціонально-інструментальний підхід, у межах якого розвиток критичної інфраструктури розглядається через категорії резильєнтності, надійності, вразливості, захисту та взаємозалежності.

По-друге, для українського наукового дискурсу більш характерним є інституційно-правовий і державно-управлінський вектор. Значну частину вітчизняних праць спрямовано на з'ясування сутності критичної інфраструктури, визначення її місця у системі національної безпеки, обґрунтування механізмів державного регулювання, удосконалення нормативної бази та формування організаційних засад захисту. Водночас останніми роками цей підхід поступово розширюється за рахунок включення категорій розвитку, трансформації, модернізації, інноваційності, ризик-орієнтованого управління та сталого функціонування інфраструктурних систем.

По-третє, зарубіжні дослідження, як правило, спираються на секторний або міжсекторний аналіз і відзначаються високим рівнем емпіричної конкретизації, тоді як вітчизняні роботи частіше мають концептуально-узагальнювальний характер і більшою мірою орієнтовано на постановку інституційних, правових і стратегічних питань. Саме тому зарубіжний дискурс є сильнішим у частині інструментального опрацювання механізмів стійкості, а український — у частині концептуалізації ролі держави, безпеки та нормативно-правового регулювання.

Таким чином, аналіз наявних досліджень свідчить, що попри значний масив наукових праць низка аспектів залишається недостатньо опрацьованою. Передусім йдеться про відсутність цілісного теоретичного бачення саме розвитку критичної інфраструктури як окремого наукового концепту. У багатьох роботах акцент зміщується або на сутність критичної інфраструктури, або на її захист, безпеку, стійкість, регулювання або управління, тоді як розвиток як процес якісної трансформації інфраструктурних систем досліджено значно меншою мірою. Відсутність єдиного підходу до розуміння категорії "розвиток" і необхідність уточнення понятійного апарату у частині розвитку критичної інфраструктури й управління

ним уже були обґрунтовані у попередніх наукових напрацюваннях [13—15], що підтверджує актуальність подальших теоретичних розвідок у цьому напрямі.

Крім того, науковою прогалиною залишається недостатня систематизація концептуальних підходів до розвитку критичної інфраструктури з позицій національної безпеки, повоєнної відбудови, просторового розвитку територій, інституційної спроможності держави, децентралізації, інноваційної модернізації та резильєнтності. Наявні дослідження переважно висвітлюють окремі складові цієї проблеми, але не формують узагальненої класифікації підходів і не пропонують цілісної концептуальної рамки, яка б дозволила інтегрувати безпековий, системний, інституційний, відновлювальний і просторовий виміри. Саме ця обставина зумовлює доцільність подальшого теоретичного узагальнення й систематизації наукових підходів до розвитку критичної інфраструктури в умовах сучасних безпекових викликів, що і визначає логіку подальшого дослідження.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є теоретичне узагальнення, систематизація та порівняльний аналіз наукових підходів до розвитку критичної інфраструктури в умовах сучасних безпекових викликів із подальшим визначенням концептуальних засад її осмислення з позицій національної безпеки, повоєнної відбудови економіки та просторового розвитку територій.

Теоретико-методологічну основу дослідження становлять положення системного підходу, який дає змогу розглядати критичну інфраструктуру як складну багаторівневу систему взаємопов'язаних елементів, функціонування якої визначається не лише властивостями окремих об'єктів, а й характером зв'язків між ними. Водночас використано положення інституційного підходу, що дозволяє врахувати роль держави, нормативно-правового регулювання, організаційних механізмів та взаємодії стейкхолдерів у процесах розвитку критичної інфраструктури. Поряд із цим дослідження ґрунтується на безпековому підході, у межах якого критична інфраструктура розглядається як ключова складова національної безпеки та життєздатності держави, а також на резильєнтному підході, що акцентує увагу на стійкості, адаптивності, захищеності та здатності інфраструктурних систем до відновлення після шоків впливів. Для розкриття трансформаційної природи розвитку критичної інфраструктури

також використано елементи еволюційного та просторового підходів, що дозволяє дослідити її розвиток у контексті структурних змін економіки, процесів децентралізації, територіальної збалансованості та повоєнної реконфігурації економічного простору.

У процесі дослідження застосовано сукупність загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема метод теоретичного узагальнення, аналізу та синтезу, індукції та дедукції, історико-логічний, порівняльний, структурно-функціональний, абстрагування та систематизації. Використаний методичний інструментарій забезпечив цілісність дослідження та послідовний перехід від аналізу наукових підходів до їх теоретичного узагальнення. Поєднання системного, інституційного, безпекового, резильєнтного, просторового та порівняльного підходів створює підґрунтя для подальшої систематизації концептуальних засад розвитку критичної інфраструктури в умовах сучасних безпекових викликів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасних умовах критична інфраструктура дедалі більше набуває значення не лише як сукупність життєво необхідних об'єктів, систем і мереж, а як структуроутворювальна основа функціонування держави, економіки та суспільства. Саме через критичну інфраструктуру забезпечуються виробництво і передача енергії, транспортно-логістичні зв'язки, інформаційні комунікації, водопостачання, фінансові розрахунки, медичні послуги, безпека населення та безперервність управлінських процесів [1—6]. Тому її розвиток доцільно розглядати не як вузьке завдання технічного оновлення окремих об'єктів, а як стратегічний процес системної трансформації інфраструктурного каркаса держави з урахуванням безпекових, економічних, просторових, інституційних та технологічних викликів і загроз [13—15].

Для України така постановка питання є особливо важливою, оскільки розвиток критичної інфраструктури відбувається в умовах воєнних загроз, масштабних руйнувань, необхідності повоєнної відбудови, цифрової трансформації та одночасного підвищення стійкості територій. За цих обставин розвиток критичної інфраструктури не може зводитися лише до відновлення пошкоджених об'єктів або підтримання їх поточного функціонування. Йдеться про значно ширший процес, пов'язаний із формуванням нової якості інфраструктурних систем, їх модернізацією, адаптацією до ризиків, посиленням функціональної взаємодії та здатності до швидкого відновлення після кризових впливів [2—6; 14—15].

У цьому контексті поняття розвиток критичної інфраструктури має міждисциплінарний характер, оскільки поєднує ознаки економічного розвитку, інституційної трансформації, технологічної модернізації, просторової перебудови, управлінських змін і безпекового посилення. У попередніх дослідженнях уже обґрунтовано, що розвиток критичної інфраструктури доцільно трактувати як процес трансформаційних змін пріоритетних і стратегічно важливих для економіки об'єктів, систем і мереж шляхом переходу їх ключових складових на якісно новий рівень функціонування завдяки адаптації до мінливості та нестабільності

зовнішнього середовища з урахуванням впливу можливих загроз, ризиків і сучасних викликів [14]. Таке трактування дає змогу перейти від вузького розуміння інфраструктурного розвитку як кількісного нарощування потужностей до його осмислення як системної якісної трансформації.

З урахуванням цього доцільно передусім окреслити, які саме сектори формують змістове поле критичної інфраструктури, адже без визначення секторної архітектури неможливо повноцінно розкрити логіку її розвитку. Для цілей даного дослідження сектори критичної інфраструктури (табл. 1) доцільно систематизувати

Таблиця 1. Класифікація секторів критичної інфраструктури за функціональним призначенням

Сектор критичної інфраструктури	Зміст сектора	Значення для функціонування держави та економіки	Ключові вектори розвитку
Енергетичний	Генерація, передача, розподіл електроенергії, газо- та теплопостачання, паливне забезпечення	Є базою функціонування більшості інших секторів; визначає енергетичну безпеку та стійкість економіки	Децентралізація генерації, резервування, енергоефективність, smart-grid, захист від атак
Транспортно-логістичний	Залізничний, автомобільний, авіаційний, морський транспорт, логістичні вузли та коридори	Забезпечує мобільність ресурсів, населення, військову та економічну логістику, територіальну зв'язність	Модернізація мереж, мультимодальність, стійкість маршрутів, цифровізація логістики
Інформаційно-комунікаційний	Телекомунікації, цифрові мережі, дата-центри, системи зв'язку, інформаційні платформи	Підтримує управління, безперервність комунікацій, функціонування цифрової економіки	Кіберстійкість, резервні канали зв'язку, захист даних, цифрова інтероперабельність
Водопостачання та водовідведення	Системи забору, очищення, постачання води, каналізаційні мережі	Є базовою умовою життєдіяльності населення, санітарної безпеки та функціонування міст	Модернізація мереж, екологічна безпека, аварійна стійкість, ресурсоефективність
Соціальна інфраструктура	Охорона здоров'я, освіта, соціальний захист, гуманітарні послуги	Визначає людську безпеку, соціальну стабільність і якість життя населення	Доступність послуг, цифровізація сервісів, територіальна збалансованість
Фінансова інфраструктура	Банківська система, платіжні системи, фінансові сервіси, державні фінансові механізми	Забезпечує розрахунки, бюджетну стабільність, інвестиційні процеси та економічну безперервність	Кіберзахист, стійкість платіжних систем, інтеграція з цифровими сервісами
Продовольча та аграрна інфраструктура	Зберігання, переробка, транспортування продовольства, агрологістика	Забезпечує продовольчу безпеку, експортний потенціал та стабільність ринку	Логістична стійкість, інноваційність, енергонезалежність, адаптація до ризиків
Безпекова та оборонно-критична інфраструктура	Об'єкти цивільного захисту, системи реагування, спеціалізовані мережі безпеки	Забезпечує реагування на загрози, захист населення, стійкість у кризових умовах	Інтеграція з іншими секторами, оперативність, резервування, захищеність

Джерело: складено автором на основі [13–15].

Таблиця 2. Ключові фактори розвитку критичної інфраструктури

Група факторів	Зміст впливу	Прояв у сучасних умовах	Наслідки для розвитку критичної інфраструктури
Безпекові	Воснні загрози, терористичні ризики, кіберзагрози, диверсії, техногенні небезпеки	Руйнування об'єктів, підвищення вразливості мереж, загроза каскадних збоїв	Необхідність захищеності, резервування, стійкості, кризового управління
Економічні	Обсяг інвестицій, бюджетні можливості, вартість модернізації, стан ринків	Обмеженість ресурсів, потреба у пріоритезації фінансування, залучення донорської підтримки	Пошук ефективних моделей фінансування, PPP, інвестиційна селективність
Інституційні	Якість державного управління, регуляторна база, координація стейкхолдерів	Необхідність оновлення нормативно-правового поля та управлінських механізмів	Формування інтегрованої системи управління розвитком
Технологічні	Цифровізація, автоматизація, smart-рішення, інноваційні технології	Швидке оновлення технічних систем, підвищення залежності від цифрового середовища	Потреба в модернізації, кіберстійкості, технологічній сумісності
Просторові	Територіальна нерівномірність, щільність мереж, доступність послуг, близькість до зон ризику	Поглиблення регіональних диспропорцій, перевантаження окремих територій	Необхідність територіально диференційованих моделей розвитку
Соціальні	Демографічні зміни, міграція, соціальна вразливість, потреба в базових послугах	Переміщення населення, зміна попиту на інфраструктурні послуги	Орієнтація на доступність, інклюзивність і безперервність послуг
Екологічні	Кліматичні ризики, ресурсні обмеження, екологічні загрози	Підвищення чутливості систем до стихійних впливів і ресурсних дефіцитів	Інтеграція принципів сталого розвитку та екологічної безпеки

Джерело: складено автором на основі [13—15].

за функціональним принципом, виходячи з їх ролі у забезпеченні життєдіяльності держави, економіки та територій.

Як видно з табл. 1, критична інфраструктура має виразно багатосекторний характер, а її розвиток не може обмежуватися окремими галузями. Енергетичний сектор формує базу для функціонування транспортної, цифрової, фінансової та соціальної інфраструктури; транспортно-логістичний сектор забезпечує зв'язність територій і мобільність ресурсів; інформаційно-комунікаційний сектор підтримує сучасні моделі управління, надання послуг і координації дій у кризових умовах. Водночас соціальна, фінансова, продовольча та безпекова інфраструктура визначають не лише безперервність життєдіяльності суспільства, а й загальну стійкість держави до шоків впливів [1—6; 13—15].

Отже, вже на рівні секторного аналізу стає очевидним, що розвиток критичної інфраструктури має розглядатися як багатовекторний процес, який потребує узгодження галузевих, міжгалузе-

вих і територіальних рішень. Саме тому наступним кроком є систематизація факторів, що визначають характер і напрями такого розвитку (табл. 2).

Дані табл. 2 свідчать, що розвиток критичної інфраструктури формується під впливом комплексу взаємопов'язаних факторів, які не діють ізольовано. Безпекові фактори безпосередньо визначають вимоги до захищеності, резервування та швидкості відновлення; економічні фактори обумовлюють можливості модернізації та масштаби інвестицій; інституційні фактори визначають якість управління розвитком, координацію рішень і спроможність держави реалізовувати довгострокову політику [1; 3; 13; 16]. Водночас технологічні, просторові, соціальні та екологічні фактори формують нові вимоги до функціональної архітектури інфраструктурних систем, оскільки сучасна критична інфраструктура має бути не лише захищеною, а й гнучкою, територіально збалансованою, інноваційною та стійкою до багатовимірних загроз [2; 4—6; 14—15].

Таблиця 3. Концептуальні підходи до розвитку критичної інфраструктури

Підхід	Зміст	Фокус	Значення
Безпековий	Розвиток розглядається як засіб мінімізації загроз і захисту стратегічно важливих об'єктів	Захищеність, безперервність, ризики, національна безпека	Оцінка розвитку крізь призму безпеки та критичності
Системний	Критична інфраструктура трактується як сукупність взаємопов'язаних секторів і мереж	Взаємозалежність, каскадні ефекти, цілісність	Врахування міжсекторальних зв'язків і системних наслідків
Інституційний	Акцент робиться на ролі держави, регуляторів, норм, процедур і координаційних механізмів	Управління, регулювання, стейкхолдери, політики	Розкриття організаційних і правових основ розвитку
Резильєнтнісний	Розвиток пов'язується з підвищенням стійкості, адаптивності й здатності до відновлення	Гнучкість, відновлюваність, адаптація, резервування	Орієнтація на підготовленість до криз і здатність швидко відновлюватися
Економічний	Інфраструктура розглядається як база економічного відновлення, продуктивності та зростання	Ефективність, інвестиції, конкурентоспроможність	Підкреслення ролі КІ як драйвера відбудови та економічної активності
Просторовий	Розвиток критичної інфраструктури осмислюється у контексті територіальної зв'язності та регіонального розвитку	Збалансованість, доступність, мережевість територій	Врахування регіональних диспропорцій і специфіки громад
Технологічний	Основна увага приділяється модернізації, цифровізації, автоматизації та смарт-рішенням	Інноваційність, цифрові системи, технічне оновлення	Розкриття техніко-технологічного змісту розвитку
Відновлювальний	Розвиток розглядається у контексті повосенної відбудови та реалізації принципу відновлення на засадах «Build Back Better»	Відбудова, модернізація, нова якість систем	Поєднання відновлення з довгостроковою трансформацією

Джерело: складено автором на основі [13—15].

Саме взаємодія секторної структури критичної інфраструктури та системи факторів її розвитку зумовлює потребу у глибшій концептуалізації досліджуваного процесу. У зв'язку з цим доцільно перейти до систематизації основних наукових підходів до розвитку критичної інфраструктури (табл. 3).

Як показано у табл. 3, жоден із підходів окремо не здатний повною мірою пояснити зміст розвитку критичної інфраструктури. Безпековий підхід дозволяє розкрити роль інфраструктури у забезпеченні національної безпеки та мінімізації загроз, однак сам по собі не охоплює просторових і економічних аспектів. Системний підхід демонструє взаємозалежність секторів і мереж, але не завжди достатньо конкретизує механізми управлінського впливу. Інституційний підхід акцентує на ролі держави, норм і процедур, проте потребує доповнення аналізом технологічних і резильєнтнісних компонентів. Резильєнтнісний підхід, своєю чергою, дає змогу пояснити здатність систем до адаптації та відновлення, але вимагає інтеграції з економічним та відновлювальним вимірами [1—6; 13—15; 16].

Отже, розвиток критичної інфраструктури доцільно розглядати як інтегративний процес, що поєднує елементи кількох концептуальних підходів. Саме це підводить до необхідності формування концептуальної моделі (табл. 4), що узагальнює логіку розвит-

ку критичної інфраструктури в умовах сучасних безпекових викликів.

У табл. 4 наведено авторське бачення розвитку критичної інфраструктури як багаторівневого й інтегрованого процесу. Його вихідною передумовою є сукупність сучасних викликів, які змінюють вимоги до інфраструктурних систем. За таких умов об'єктом розвитку стають не просто окремі споруди або підприємства, а стратегічно важливі об'єкти, системи, мережі та сервіси, що формують основу життєздат-

Таблиця 4. Концептуальна модель розвитку критичної інфраструктури

Елемент моделі	Зміст
Вихідні умови	Воєнні, кібернетичні, техногенні, економічні, соціальні, екологічні та просторові виклики; зростання системних ризиків; необхідність повосенної відбудови
Об'єкт розвитку	Стратегічно важливі об'єкти, системи, мережі та сервіси критичної інфраструктури
Стратегічна мета	Досягнення нового якісного рівня функціонування критичної інфраструктури, який забезпечує безперервність послуг, стійкість систем, безпеку держави та підтримку економічного розвитку
Базові принципи	Системність, інтегрованість, адаптивність, стійкість, безпечність, інноваційність, територіальна збалансованість, пріоритетність, ефективність
Ключові напрями розвитку	Захист і безпека; модернізація та цифровізація; резервування і децентралізація; інвестиційне забезпечення; інституційне вдосконалення; просторове вирівнювання; кадрове та організаційне забезпечення
Механізми реалізації	Державне регулювання; стратегічне планування; ризик-орієнтоване управління; міжсекторальна координація; публічно-приватне партнерство; програмно-проектний підхід; моніторинг і контроль
Очікувані результати	Підвищення стійкості та резильєнтності; зниження вразливості; скорочення каскадних ризиків; зміцнення національної безпеки; підтримка повосенного відновлення; формування основ довгострокового просторового та економічного розвитку

Джерело: складено автором на основі [13—15].

ності держави [13–15]. Водночас стратегічною метою розвитку виступає не механічне відновлення або розширення інфраструктури, а досягнення нового якісного рівня її функціонування.

Особливу увагу в моделі приділено принципам розвитку. Системність означає розгляд критичної інфраструктури як цілісної сукупності взаємопов'язаних секторів; інтегрованість передбачає узгодження безпекових, економічних, соціальних, просторових і технологічних цілей; адаптивність відображає здатність систем реагувати на мінливість середовища; стійкість і безпечність орієнтують розвиток на зниження вразливості; інноваційність вимагає впровадження сучасних технологій; територіальна збалансованість підкреслює необхідність врахування потреб різних регіонів і громад; пріоритетність дозволяє концентрувати ресурси на найбільш критичних напрямках; ефективність визначає потребу в досягненні максимального результату за наявних ресурсних обмежень.

Для ще більш чіткого розкриття змісту концептуальної моделі доцільно окремо систематизувати принципи розвитку критичної інфра-

Таблиця 5. Принципи розвитку критичної інфраструктури та їх зміст

Принцип	Зміст принципу	Практичне значення
Системність	Розгляд КІ як цілісної сукупності взаємопов'язаних секторів, мереж і сервісів	Дає змогу уникнути фрагментарних рішень і врахувати міжсекторальні ефекти
Інтегрованість	Узгодження безпекових, економічних, соціальних, технологічних і просторових цілей	Забезпечує комплексність розвитку та координацію рішень
Адаптивність	Здатність інфраструктурних систем змінювати режими функціонування залежно від викликів	Підвищує гнучкість і швидкість реагування
Стійкість	Орієнтація на протидію загрозам, зниження вразливості та збереження функцій	Сприяє безперервності життєво важливих послуг
Безпечність	Пріоритетність захисту людей, об'єктів, даних і мереж	Мінімізує ризики руйнування та дестабілізації
Інноваційність	Використання сучасних технологій, цифрових рішень, smart-систем	Стимулює модернізацію і підвищення ефективності
Територіальна збалансованість	Урахування специфіки регіонів, громад і нерівномірності просторового розвитку	Дозволяє зменшувати регіональні диспропорції
Пріоритетність	Концентрація ресурсів на найбільш критичних секторах і напрямках	Забезпечує раціональне розподілення обмежених ресурсів
Ефективність	Досягнення максимального результату за наявних ресурсних і часових обмежень	Підвищує результативність державної політики та проєктів

Джерело: складено автором на основі [13–15].

структури (табл. 5) та показати, яку управлінську функцію вони виконують.

Зміст табл. 5 дає підстави стверджувати, що принципи розвитку критичної інфраструктури не є абстрактними деклараціями, а виступають методологічними орієнтирами для побудови управлінських рішень. Саме вони переводять концептуальну модель у прикладну площину,

оскільки визначають логіку відбору пріоритетів, способи координації суб'єктів, вимоги до технологічних рішень та критерії оцінювання результативності. Поряд із принципами важливо конкретизувати і послідовність реалізації розвитку критичної інфраструктури у вигляді методичного алгоритму. Саме алгоритмізація дозволяє перевести концептуальну модель у площину практичного використання (табл. 6).

Дані табл. 6 свідчать, що розвиток критичної інфраструктури має здійснюватися як послідовний і циклічний процес. Його початковим етапом є ідентифікація критично важливих об'єктів та систем, оскільки без чіткого розуміння того, що саме є критичним, неможливо обґрунтовано вибудувати політику розвитку. Наступний етап — діагностика — дозволяє

Таблиця 6. Методичний алгоритм розвитку критичної інфраструктури

Етап	Зміст етапу	Очікуваний результат
1. Ідентифікація	Визначення критично важливих об'єктів, систем, мереж і послуг; встановлення їх ролі у функціонуванні держави та економіки	Формування бази об'єктів і секторів, які є пріоритетними для розвитку
2. Діагностика	Аналіз технічного стану, рівня зношеності, функціональної спроможності, вразливості та взаємозалежностей	Виявлення слабких місць, ризиків і критичних точок
3. Пріоритезація	Ранжування об'єктів і напрямів за критеріями значущості, ризиковості, соціального ефекту та ресурсної доцільності	Визначення першочергових напрямів розвитку
4. Проєктування рішень	Розроблення сценаріїв захисту, модернізації, відновлення, цифровізації, резервування та децентралізації	Формування пакета стратегічних і проєктних рішень
5. Ресурсне забезпечення	Визначення джерел фінансування, механізмів публічно-приватного партнерства, міжнародної підтримки, кадрових і технологічних ресурсів	Забезпечення можливості реалізації обраних рішень
6. Реалізація	Впровадження проєктів, координація учасників, регуляторний супровід, управлінський контроль	Фактичне оновлення й посилення інфраструктурних систем
7. Моніторинг і коригування	Оцінювання результатів, контроль досягнення цілей, уточнення рішень з урахуванням нових викликів	Адаптивне управління розвитком і підвищення його результативності

Джерело: складено автором на основі [13–15].

визначити технічний стан, функціональну спроможність і рівень вразливості. На основі цього відбувається пріоритезація, тобто відбір об'єктів і напрямів, які потребують першочергового втручання. Подальші етапи алгоритму пов'язано вже безпосередньо з формуванням і реалізацією рішень: проектуванням сценаріїв модернізації, пошуком джерел ресурсного забезпечення, координацією учасників та впровадженням конкретних проєктів. Завершальний етап — моніторинг і коригування — є принципово важливим, оскільки розвиток критичної інфраструктури не може бути одноразовим актом. Це безперервний процес, який має адаптуватися до змін ризикового середовища, технологічних зрушень та нових суспільних потреб.

Для узагальнення наведеного матеріалу доцільно окремо показати, яким чином різні концептуальні підходи поєднуються у практичних моделях розвитку критичної інфраструктури (табл. 7). Як свідчать дані табл. 7, у сучасних умовах найбільш перспективною є саме інтегрована модель розвитку критичної інфраструктури, оскільки вона поєднує сильні сторони інших моделей і дає змогу синхронізувати короткострокові завдання захисту та відновлення з довгостроковими цілями модернізації, цифрової трансформації, територіального вирівнювання та інституційного зміцнення. Для України це має особливе значення, оскільки суто захисний або суто технологічний підхід є недостатнім. Необхідна саме така модель, яка водночас враховує безпекові загрози, потреби

відбудови, просторові диспропорції та стратегічні пріоритети економічного розвитку.

Отже, проведене дослідження дає підстави для кількох узагальнень. По-перше, розвиток критичної інфраструктури слід розглядати як самостійний науковий концепт, а не лише як похідну від понять безпека, захист або відбудова. По-друге, його зміст доцільно розкривати через поєднання секторного, факторного, концептуального й управлінського вимірів. По-третє, у сучасних умовах особливого значення набуває інтегрований підхід, який дозволяє узгодити інтереси безпеки, економічного відновлення, територіального розвитку, цифрової модернізації та державного регулювання. Саме така логіка створює теоретичне підґрунтя для подальшого обґрунтування механізмів розвитку критичної інфраструктури в умовах сучасних безпекових викликів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У сучасних умовах критична інфраструктура має розглядатися не лише як сукупність стратегічно важливих об'єктів, систем і мереж, а як базова основа життєздатності держави, безперервності надання суспільно необхідних послуг, стійкості економіки та забезпечення національної безпеки. Обґрунтовано, що за умов воєнних загроз, масштабних руйнувань, цифрової трансформації, посилення міжсекторальної взаємозалежності та зростання системних ризиків розвиток критичної інфраструктури набуває значення самостійного наукового концепту, який не може бути зведений лише до питань захисту, регулювання чи післякризового відновлення. Доведено, що його зміст слід розкривати як багаторівневий процес якісної трансформації стратегічно важливих об'єктів, систем і мереж, спрямований на підвищення стійкості, адаптивності, функціональної спроможності, безпечності, інноваційності та територіальної збалансованості.

На основі узагальнення наукових підходів виявлено, що розвиток критичної інфраструктури формується на перетині кількох концептуальних площин. Зарубіжний науковий

Таблиця 7. Типологія моделей розвитку критичної інфраструктури

Модель	Базовий зміст	Сфера доцільного застосування	Основні обмеження
Захисно-відновлювальна	Орієнтована на захист об'єктів, аварійне відновлення та мінімізацію втрат	Умови воєнних дій, надзвичайних ситуацій, післякризове відновлення	Обмежена увага до довгострокової модернізації
Модернізаційно-технологічна	Спрямована на технічне оновлення, цифровізацію, автоматизацію, smart-рішення	Сектори з високою технологічною динамікою	Потребує значних інвестицій і технологічних компетенцій
Інституційно-координаційна	Базується на удосконаленні управління, регуляторної бази, взаємодії держави і бізнесу	Формування державної політики, міжсекторальна координація	Може бути недостатньою без ресурсного і технологічного підсилення
Резильєнтно-адаптивна	Орієнтована на стійкість, резервування, гнучкість і здатність до швидкого відновлення	Умови високої невизначеності та повторюваних загроз	Потребує розвиненої системи моніторингу та управління ризиками
Інтегрована модель	Поєднує захист, модернізацію, управління, відновлення та просторову збалансованість	Найбільш доцільна для сучасних умов розвитку економіки України	Вимагає високого рівня координації та стратегічної спроможності держави

Джерело: складено автором на основі [13—15].

дискурс здебільшого орієнтовано на прикладний аналіз ризиків, вразливості, стійкості, міжсекторальних залежностей, кіберзахисту та механізмів швидкого відновлення. Тоді як у вітчизняних дослідженнях домінує інституційно-правовий і державно-управлінський вектор, який пов'язано із визначенням сутності критичної інфраструктури, її місця у системі національної безпеки, розробленням механізмів державного регулювання та формуванням організаційних засад захисту. Доведено, що саме інтеграція безпекового, системного, інституційного, резильєнтного, економічного, просторового, технологічного та відновлювального підходів створює належне теоретичне підґрунтя для цілісного осмислення розвитку критичної інфраструктури в умовах сучасних безпекових викликів.

Науковий внесок дослідження полягає у поглибленні теоретичних положень щодо змісту розвитку критичної інфраструктури та систематизації концептуальних підходів до його трактування. У роботі запропоновано авторське бачення розвитку критичної інфраструктури як комплексного, безперервного й інтегрованого процесу трансформації критично важливих об'єктів, систем, мереж і сервісів, який охоплює не лише їх захист і відновлення, а й модернізацію, цифровізацію, децентралізацію, посилення взаємодії між секторами, просторове вирівнювання та інституційне вдосконалення. Наукову новизну становить також розроблена класифікація секторів критичної інфраструктури за функціональним призначенням; систематизація ключових факторів її розвитку; узагальнення концептуальних підходів; формування концептуальної моделі та методичного алгоритму розвитку критичної інфраструктури, а також запропонована типологія моделей її розвитку. Це дозволило перейти від фрагментарного аналізу окремих аспектів інфраструктурної проблематики до цілісної концептуальної рамки, що поєднує безпековий, відновлювальний, управлінський, економічний і просторовий виміри.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості їх використання як аналітичної та методологічної основи для формування державної політики у сфері розвитку критичної інфраструктури. Для центральних органів виконавчої влади доцільним є використання запропонованих підходів при розробленні стратегічних документів, державних цільових програм, секторних планів розвитку та нормативно-правових актів у сфері захисту, модернізації та відновлення критичної інфра-

структури. Для Міністерства розвитку громад та територій України, Міністерства енергетики України, Міністерства цифрової трансформації України та інших профільних органів результати дослідження можуть бути корисними при визначенні пріоритетів інвестиційної підтримки, формуванні механізмів міжсекторальної координації, упровадженні цифрових рішень, розвитку децентралізованих моделей функціонування та підготовці програм підвищення стійкості та резильєнтності критично важливих систем.

Для органів регіонального управління та місцевого самоврядування практична цінність отриманих результатів полягає у можливості застосування запропонованого методичного алгоритму для ідентифікації критично важливих об'єктів, оцінювання їх вразливості, визначення пріоритетності інфраструктурних проєктів, формування місцевих і регіональних планів відновлення, а також узгодження інфраструктурної політики з потребами територіальних громад. Особливого значення це набуває для територій, що зазнали значних руйнувань, мають високий рівень інфраструктурної вразливості або потребують відновлення базових послуг для населення, бізнесу та соціальної сфери.

Для суб'єктів господарювання, операторів критичної інфраструктури та приватних інвесторів результати дослідження можуть бути використані при розробленні програм модернізації інфраструктурних об'єктів, формуванні систем управління ризиками, впровадженні механізмів резервування, підвищенні кіберстійкості, обґрунтуванні напрямів техніко-технологічного оновлення та побудові моделей співпраці з державою у форматі публічно-приватного партнерства. Для міжнародних фінансових організацій, донорських структур і партнерів з відбудови запропоновані положення можуть слугувати методологічною основою для оцінювання доцільності інфраструктурних проєктів, визначення критеріїв пріоритетності фінансування та поєднання короткострокових завдань відновлення з довгостроковими цілями структурної модернізації.

З урахуванням отриманих результатів доцільно рекомендувати на державному рівні перейти від переважно реактивної моделі управління, орієнтованої на усунення наслідків руйнувань, до проактивної моделі розвитку критичної інфраструктури, заснованої на принципах системності, інтегрованості, стійкості, адаптивності та пріоритетності. Необхідним є посилення міжвідомчої координації, розроб-

лення єдиних методичних підходів до ідентифікації та ранжування критичних об'єктів, формування механізмів постійного моніторингу стану інфраструктурних систем, упровадження сучасних цифрових інструментів управління та створення умов для ширшого залучення інвестиційних і донорських ресурсів у стратегічно значущі інфраструктурні напрями. Водночас на регіональному та місцевому рівнях доцільно посилити інтеграцію інфраструктурних рішень із документами просторового планування, програмами соціально-економічного розвитку територій, безпековими планами громад та механізмами кризового реагування.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що розвиток критичної інфраструктури в сучасних умовах має розглядатися як один із ключових напрямів зміцнення національної безпеки, повоєнної відбудови економіки, підвищення стійкості територій і формування нової якості економічного простору держави.

У подальших дослідженнях доцільно приділити увагу розробленню методичного інструментарію оцінювання рівня розвитку критичної інфраструктури, визначенню системи показників її стійкості та обґрунтуванню механізмів управління розвитком критичної інфраструктури на державному, регіональному та локальному рівнях.

Література

1. Dunn-Cavelty M., Suter M. Public-private partnerships are no silver bullet: An expanded governance model for critical infrastructure protection. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*. 2009. Vol. 2. Iss. 4. P. 179—187. DOI: 10.1016/j.ijcip.2009.08.006.
2. Argyroudis S. A., Mitoulis S. A., Winter M. G., Kaynia A. M. Fragility of transport assets exposed to multiple hazards: State-of-the-art review toward infrastructural resilience. *Reliability Engineering & System Safety*. 2019. Vol. 191. Art. 106567. DOI: 10.1016/j.res.2019.106567.
3. Rehak D., Senovsky P., Hromada M., Lovecek T. Complex approach to assessing resilience of critical infrastructure elements. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*. 2019. Vol. 25. P. 125—138. DOI: 10.1016/j.ijcip.2019.03.003.
4. Clark-Ginsberg A., Slayton R. Regulating risks within complex sociotechnical systems: Evidence from critical infrastructure cybersecurity standards. *Science and Public Policy*. 2019. Vol. 46, Iss. 3. P. 339—346. DOI: 10.1093/scipol/scy061.

5. Osei-Kyei R., Tam V., Ma M., Mashiri F. Critical review of the threats affecting the building of critical infrastructure resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2021. Vol. 60. Art. 102316. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2021.102316.

6. Galbusera L., Giannopoulos G. On linking resilience and sustainability of critical infrastructures. *Safety Science*. 2018. Vol. 110. P. 185—190.

7. Ukraine. Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4): February 2022 — December 2024. Washington, DC: World Bank Group; Government of Ukraine; European Union; United Nations, 2025. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099022025114040022> (дата звернення: 21.02.2026).

8. Оновлена оцінка потреб України на відновлення та відбудову. Світовий банк. 2025. 25 лютого. URL: <https://www.worldbank.org/uk/news/press-release/2025/02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released> (дата звернення: 28.02.2026).

9. Галущенко Г. Пошкоджені 50 % енергетичної інфраструктури України — росія має відповісти за це. Урядовий портал. 2023. 4 березня. URL: <https://www.kmu.gov.ua/en/news/poshkodzeni-50-enerhetychnoi-infrastruktury-ukrainy-rosiia-maie-vidpovisty-za-tse-herman-halushchenko> (дата звернення: 13.02.2026).

10. Ukraine Energy Damage Assessment. United Nations Development Programme. 2023. 5 April. URL: <https://www.undp.org/ukraine/publications/ukraine-energy-damage-assessment> (дата звернення: 16.02.2026).

11. Допомога міжнародних фінансових інститутів Україні. Червень 2024 року. Національний інститут стратегічних досліджень. 2024. 11 липня. URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/dopomoha-mizhnarodnykh-finansovykh-instytutiv-ukrayini-cherven-2024-roku> (дата звернення: 18.02.2026).

12. Франція виділить €200 млн грантових коштів на відновлення критичної інфраструктури України. Економічна правда. 2024. 8 червня. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2024/06/8/714889/> (дата звернення: 23.02.2026).

13. Кизим М. О., Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Сутність поняття "критична інфраструктура" з позицій національної безпеки України. *Бізнес Інформ*. 2022. № 12. С. 58—78. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-12-58-78>.

14. Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Загрози розвитку критичної інфраструктури: сутність і класифікація. *Проблеми економіки*. 2025. № 3. С. 89—104. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-3-89-104>.

15. Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Теоретичні підходи до сутності поняття "критична інфраструктура": міжнародний, просторовий і резильєнтнісний виміри. Проблеми економіки. 2025. № 4. С. 336—351. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-4-336-351>.

16. Бірюков Д. С., Кондратов С. І. Захист критичної інфраструктури: проблеми та перспективи впровадження в Україні. Київ: НІСД, 2012. 96 с.

References:

1. Dunn-Cavelty, M. and Suter, M. (2009), "Public-private partnerships are no silver bullet: An expanded governance model for critical infrastructure protection", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, vol. 2 (4), pp. 179—187, <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2009.08.006>.

2. Argyroudis, S.A., Mitoulis, S.A., Winter, M.G. and Kaynia, A.M. (2019), "Fragility of transport assets exposed to multiple hazards: State-of-the-art review toward infrastructural resilience", *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 191, 106567, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106567>.

3. Rehak, D., Senovsky, P., Hromada, M. and Lovecek, T. (2019), "Complex approach to assessing resilience of critical infrastructure elements", *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, vol. 25, pp. 125—138, <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2019.03.003>.

4. Clark-Ginsberg, A. and Slayton, R. (2019), "Regulating risks within complex sociotechnical systems: Evidence from critical infrastructure cybersecurity standards", *Science and Public Policy*, vol. 46 (3), pp. 339—346, <https://doi.org/10.1093/scipol/scy061>.

5. Osei-Kyei, R., Tam, V., Ma, M. and Mashiri, F. (2021), "Critical review of the threats affecting the building of critical infrastructure resilience", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 60, 102316, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102316>.

6. Galbusera, L. and Giannopoulos, G. (2018), "On linking resilience and sustainability of critical infrastructures", *Safety Science*, vol. 110, pp. 185—190.

7. World Bank, Government of Ukraine, European Union and United Nations (2025), *Ukraine. Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4): February 2022 — December 2024*, World Bank, Washington, DC, USA, Available at: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099022025114040022> (Accessed 21 February 2026).

8. World Bank (2025), "Updated Ukraine recovery and reconstruction needs assessment released", Available at: <https://www.worldbank.org/uk/news/press-release/2025/02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released> (Accessed 28 February 2026).

9. Halushchenko, H. (2023), "Damaged 50% of Ukraine's energy infrastructure — Russia must answer for this", *Government Portal*, Available at: <https://www.kmu.gov.ua/en/news/poshkodzheni-50-enerhetychnoi-infrastruktury-ukrainy-rosiia-maie-vidpovisty-za-tse-herman-halushchenko> (Accessed 13 February 2026).

10. United Nations Development Programme (2023), "Ukraine Energy Damage Assessment", Available at: <https://www.undp.org/ukraine/publications/ukraine-energy-damage-assessment> (Accessed 16 February 2026).

11. National Institute for Strategic Studies (2024), "Assistance of international financial institutions to Ukraine. June 2024", Available at: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/dopomoha-mizhnarodnykh-finsanovykh-institutiv-ukrayini-cherven-2024-roku> (Accessed 18 February 2026).

12. Economic Pravda (2024), "France will allocate €200 million in grants for the restoration of Ukraine's critical infrastructure", Available at: <https://www.epravda.com.ua/news/2024/06/8/714889/> (Accessed 23 February 2026).

13. Kyzym, M. O., Khaustova, V. Ye., and Trushkina, N. V. (2022), "The Essence of the Concept of "Critical Infrastructure" From the Standpoint of National Security of Ukraine", *Business Inform*, vol. 12, pp. 58—78, <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-12-58-78>.

14. Khaustova, V. Ye., and Trushkina, N. V. (2025), "Threats to the Development of Critical Infrastructure: Essence and Classification", *The Problems of Economy*, vol. 3, pp. 89—104, <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-3-89-104>.

15. Khaustova, V. Ye., and Trushkina, N. V. (2025), "The Theoretical Approaches to the Essence of the Concept of "Critical Infrastructure": International, Spatial, and Resilience Dimensions", *The Problems of Economy*, vol. 4, pp. 336—351, <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-4-336-351>.

16. Biriukov, D.S. and Kondratov, S.I. (2012), *Protection of critical infrastructure: problems and prospects of implementation in Ukraine*, National Institute for Strategic Studies, Kyiv, Ukraine.

Отримано редакцією журналу / Received: 09.03.26

Професійно рецензовано / Revised: 12.03.26

Схвалено до друку / Accepted: 17.03.26