

**А. О. ЛУЦЕНКО**, магістр, здобувачка,  
**В. Б. РОДЧЕНКО**, д-р екон. наук, проф.

## СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ДЕРЖАВНИХ НАУКОВИХ СИСТЕМ: РАМКОВА КОНЦЕПЦІЯ ДЛЯ УКРАЇНИ

**Резюме.** Стаття присвячена розробленню уніфікованої методології оцінювання резильєнтності державних наукових систем в умовах тривалих криз, зокрема на прикладі України в період повномасштабної війни. У дослідженні ґрунтовно проаналізовано історичний контекст формування наукової системи України — від радянської спадщини з її ієрархічністю та домінуванням академій, через період непослідовних реформ та інституційного “роз’єднання”, до сучасних викликів, зумовлених війною. Автори виокремлюють значну прогалину в наявних дослідженнях, які, хоч і описують окремі компоненти системи, проте не пропонують цілісного інструменту для оцінювання її стійкості. Запропоновано розв’язати цю проблему за допомогою комплексної рамкової концепції, що ґрунтується на адаптації шкали резильєнтності МакМанус до специфіки наукової діяльності в умовах збройного конфлікту. Методологія структурована навколо чотирьох взаємопов’язаних компонентів: ситуаційно-кризового (усвідомлення загроз, оперативне планування), ресурсно-адаптаційного (релокація, фінансування, цифровізація), мережево-комунікаційного (міжнародна співпраця, внутрішні зв’язки) та стратегічно-відновлювального (переорієнтація досліджень, відбудова, бачення майбутнього). Для кожного компонента пропонується використовувати систему критеріїв і 5-бальну шкалу оцінки Лайкерта, що дає змогу перейти від теоретичного аналізу до практичного моніторингу та діагностики. Дослідження має значний прикладний потенціал, пропонуючи інструмент для формування обґрунтованої державної політики, спрямованої на підвищення стійкості науки не лише в Україні, а й в інших країнах, що переживають глибокі кризи. Як перспективу подальших досліджень автори визначають емпіричну валідацію методики, порівняльні міждержавні аналізи та розроблення інструментів проактивної політики.

**Ключові слова:** наукова система, методологія оцінки, адаптація до війни, Україна, потрійна спіраль, наука, економічний розвиток, екосистема відкритих інновацій, відновлення, управління, ефективність, управлінські рішення, стратегічний розвиток.

### ВСТУП

Резильєнтність державної наукової системи — її здатність передбачати, витримувати та адаптуватися до шоків, зберігаючи при цьому головні функції та створюючи знання — є критичним чинником довгострокової безпеки та сталого розвитку як держави, так і цілих регіонів. Це актуально для країн, які проходять складні трансформаційні, перехідні періоди та стикаються з глибокою, довготривалою нестабільністю, зумовленою катастрофами природного та антропогенного характеру. Науковий ландшафт України, сформований на радянській спадщині, який з 1991 р. зазнає безперервної, часто складної трансформації, зараз стикається з одним із найскладніших викликів — повномасштабною війною, що вимагає швидкої та ефективної адаптації. Однак у цих умовах немає системного підходу для опису резильєнтності української науки до подібних викликів, як і немає уніфікованої системи критеріїв оцінки впливу такої кризи на систему та її відповідної адаптації до нових, кризових умов. Отже, роз-

роблення стандартизованої системи методологічних засад для оцінювання резильєнтності державних наукових систем є не лише питанням академічного характеру, а й нагальною практичною необхідністю для стратегічного планування та політики, що ґрунтується на доказах як для повоєнної відбудови України, так і для інших держав, які перебувають в аналогічних умовах екзистенційних криз і загроз.

Наявні дослідження щодо наукової системи України забезпечують базове, але фрагментарне розуміння її динаміки. Нині ефективно діагностовано такі стійкі структурні спадщини, як домінування академій над університетами та невідповідність стимулів, що гальмують інновації [1]. Окрім того, інституційні дослідження виявляють значні прогалини в імплементації, коли запозичені моделі управління, зокрема “потрійна спіраль”, страждають від “роз’єднання цілей і засобів” — формального запровадження без суттєвих змін — через обмеження політичної економіки, які покладено в їх основу [2]. Водночас у значній частині праць деталізовано виклики

та можливості інтеграції України в європейський дослідницький простір (ЄДП), висвітлюючи низький рівень участі в таких програмах, як Horizon 2020, Horizon Europe, а також критикуючи обсяг і зміст національних дорожніх карт за пропуск ключових учасників, таких як академії та бізнес [5–8]. У відповідь на повномасштабну війну недавні дослідження почали формулювати резильєнтність через кризову політичну тріаду “виробляти — закуповувати — перепрофілювати”, зміщуючи фокус наукової уваги на програми розробки технологій подвійного призначення [9], а також репозиціювати інтеграцію в ЄДП як стратегічний важіль для повоєнної відбудови української наукової системи в межах загальноєвропейської інноваційної екосистеми [4].

Однак існує значна прогалина. У той час, як дані дослідження пропонують інформацію про конкретні компоненти (наприклад, негативний управлінський досвід чи міжнародна інтеграція) вони не об’єднуються в єдину рамку для оцінки резильєнтності всієї системи чи її окремих гравців. Критичні виміри залишаються недостатньо дослідженими, включаючи детальний аналіз режимів фінансування та оцінювання, системну реструктуризацію відносин між академіями та університетами та емпіричні докази адаптації системи з 2022 року. Огляд літератури надає діагностичні елементи, але досі бракує інтегрованої методології та методичних рекомендацій для послідовного вивчення та вимірювання загального рівня резильєнтності системи (або окремих її складових) та її ефективності в умовах довготривалої невизначеності та нестабільності.

Пропоноване дослідження має на меті заповнення цієї прогалини шляхом пропозиції єдиної методологічної бази для оцінювання резильєнтності державних наукових систем, використовуючи Україну як головний приклад.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

З огляду на виявлені прогалини в літературі, головним завданням цього дослідження є розроблення уніфікованої системи методологічних засад оцінювання резильєнтності державних наукових систем, яка б дала змогу системно вимірювати їхню здатність функціонувати та розвиватися в умовах нестабільності. Україна, з її складним шляхом трансформації та викликами воєнного часу, постає ключовим практичним прикладом для подальшої апробації запропонованого підходу. Конкретними цілями дослідження є такі:

- синтезувати адаптовану систему критеріїв для вимірювання, що є частиною концептуальної основи для подальшого вивчення

цього питання, як багатовимірною поняття, а також, вивчити відповідні наявні приклади підходів до її визначення;

- визначити ключові компоненти та критерії резильєнтності. На основі синтезу літератури, зокрема щодо України, виокремити структурні елементи системи, що підлягають оцінюванню;
- запропонувати набір критеріїв, що дають змогу виміряти рівень резильєнтності за кожним із визначених компонентів;
- розробити концептуальні засади визначення для кожного критерію;
- сформулювати висновки та рекомендації. На основі результатів аналізу запропонувати практичні рекомендації для органів влади та інституційних керівників щодо підвищення стійкості наукової системи України, а також вказати напрями для подальших досліджень у цій галузі.

Реалізація цих завдань дасть змогу створити концептуальний підхід до діагностики та моніторингу резильєнтності наукових систем, що є критично важливим для формування обґрунтованої політики кризового управління як в Україні, так і в інших країнах, що переживають періоди нестабільності та довготривалих екзистенційних криз.

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАНИХ ПУБЛІКАЦІЙ

### Концептуальні засади стійкості соціально-економічних і соціально-технічних систем

*Стійкість як багатокомпонентна характеристика*

У сучасній літературі з економічної та соціально-економічної резильєнтності домінує розуміння резильєнтності як багатовимірної та багатокомпонентної характеристики складних систем, а не як єдиного інтегрального показника їхньої “міцності”. Особливо чітко це простежується в підходах до регіональної економічної стійкості, де резильєнтність трактується через три взаємопов’язані здатності: абсорбувати шок (зменшувати негайну вразливість і втрати), адаптуватися до змін середовища та трансформуватися у відповідь на тривалі або структурні зрушення [21]. У цьому контексті абсорбційна спроможність відображає здатність системи утримувати базові функції під час кризи; адаптивна — змінювати конфігурацію ресурсів, інструментів та інституцій без радикального зламу; трансформаційна — переходити до нової траєкторії розвитку, інколи з суттєвою перебудовою інституційною архітектурою [21].

Подальший розвиток цієї ідеї демонструють дослідження критичної інформаційної інфраструктури, де пропонується життєвий цикл

резильєнтності, що сформульовано як аббревіатуру P–A–A–R (прогнозувати — абсорбувати — адаптуватися — відновлюватися) [23]. У межах цієї моделі виділяють чотири окремі, але логічно послідовні спроможності системи:

- 1) прогнозувати — ідентифікувати ризики та потенційні шоки до їх реалізації;
- 2) абсорбувати — мінімізувати безпосередній негативний вплив;
- 3) адаптуватися — коригувати структури та процеси у ході кризи;
- 4) відновлюватися — відновлювати або переосмислювати функціонування після шоку [23].

У кількісних моделях соціально-економічної резильєнтності близьким за змістом є розрізнення вразливості та здатності до відновлення, закладене в моделі Resilio/Resindicis для регіонів Литви [15]. Вразливість описує схильність системи до втрат за умови шоку, тоді як recovery відображає швидкість і повноту повернення до прийнятних траєкторій розвитку [15]. Якщо інтерпретувати ці категорії в координатах P–A–A–R, то зменшення вразливості безпосередньо пов'язане з посиленням абсорбційної спроможності, а параметри відновлення — з адаптивною та частково трансформаційною здатністю системи.

Концепція динамічної рівноваги в працях із соціальної резильєнтності також підсилює багатоспоряджену інтерпретацію резильєнтності. Соціальна система розглядається як така, що переходить між різними станами, які можуть залишатися в межах “допустимих” порогів за ключовими індикаторами [20]. Для цього вводяться порогові та оптимальні значення показників, що дає змогу виділяти рівні резильєнтності та фіксувати зміни не лише за рівнем окремих змінних, а й за структурою взаємозв'язків між ними [20]. Такий підхід логічно поєднується з тріадою “абсорбувати — адаптуватися — трансформуватися”, оскільки показує, як система може не просто повернутися до попереднього стану, а перейти до нової рівноваги з іншими параметрами.

Узагальнюючи, наведені моделі пропонують узгоджений концептуальний каркас, у якому резильєнтність системи описується через набір спроможностей (абсорбційної, адаптивної, трансформаційної), а в розширених життєвих циклах — також прогностичної та відновної [15; 20; 21; 23]. Така багатокомпонентна перспектива є безпосередньо релевантною для національних систем досліджень та інновацій, де можна послідовно говорити про здатність: утримувати базові функції знанневого виробництва в умовах шоків; оперативно перенашто-

увати пріоритети, механізми фінансування й організаційні форми; використовувати кризи як “вікна можливостей” для глибокої інституційної трансформації.

#### *Парадигма складних адаптивних систем*

Більшість праць, що аналізують резильєнтність економічних, соціальних та інфраструктурних систем, виходить із парадигми складних адаптивних систем: вони є багаторівневими, багатовимірними та шляхозалежними, а їхня стійкість формується через взаємодію численних підсистем [15–17; 19; 21; 23]. Водночас соціально-економічні системи описуються як такі, що поєднують економічні, соціальні, інституційні, екологічні та інноваційні компоненти; критична інфраструктура — як мережа технічних, організаційних і контекстуальних елементів із численними міжсекторальними залежностями [16; 23].

У цьому контексті виокремлюється низка загальних принципів резильєнтності, що розглядаються як дизайн-орієнтири для побудови більш стійких систем. Зокрема, підкреслюється значення:

- 1) надлишковості — наявності дублюючих ресурсів, потужностей або компетенцій, здатних компенсувати вихід з ладу окремих елементів;
- 2) різноманіття — множинності типів акторів, знань, технологій і джерел ресурсів, що знижує ризик односторонніх збоїв;
- 3) зв'язності та зв'язаності — розвинених горизонтальних і вертикальних мережевих зв'язків, які дають змогу перерозподіляти ресурси й інформацію за умов шоку;
- 4) навчання та рефлексивності — здатності інституцій вбудовувати досвід криз у практики управління, здійснювати післядієві оцінки та коригувати політики;
- 5) порогів і порогових значень — усвідомлення критичних меж для ключових показників, перетин яких веде до якісної зміни стану системи [21].

Паралельно концептуальні огляди методологій оцінювання соціально-економічної резильєнтності підкреслюють її багатовимірний характер: стійкість не може бути зведена до одного виміру (наприклад, ВВП чи рівень безробіття), а має охоплювати економічні, соціальні, інституційно-управлінські, демографічні, екологічні та інноваційні драйвери [17; 19]. Це особливо чітко артикульовано в працях, де інноваційний компонент прямо називається одним із ключових чинників резильєнтності національних економік [19].

У сфері критичної інфраструктури ця складно-системна перспектива набуває операціонального вигляду через ієрархічні “кубові” моделі, що поєднують різні виміри (технічний, організаційний, контекстуальний), фази кризового циклу та рівні оцінювання (від окремих показників до інтегральних балів) [16; 23]. Аналогічно регіональні соціально-економічні моделі будуються як багаторівневі структури “показник — критерій — вимір — інтегральний індекс”, що дає змогу одночасно фіксувати специфіку окремих підсистем і отримувати агреговану картину стійкості [15; 20; 21].

З огляду на ці напрацювання, національні системи досліджень та інновацій доцільно концептуалізувати як окремий різновид складних соціотехнічних систем. Вони так само:

- 1) є багаторівневими (індивіди, дослідницькі групи, організації, підсистеми, національний рівень і міжнародні зв'язки);
- 2) мають багатовимірну структуру (фінансування, людський капітал, матеріальна та цифрова інфраструктура, інституційне середовище, механізми координації, вихідні результати у вигляді знань, технологій та інновацій);
- 3) демонструють високу шляхозалежність (спадщина попередніх режимів наукової політики, інституційні “шари”, усталені мережі впливу та міжнародні інтеграційні траєкторії).

Ключова відмінність таких систем полягає не в механізмах резильєнтності як таких (надлишковість, різноманіття, зв'язність, навчання та управління порогами є релевантними й тут), а у специфіці їхніх базових функцій. Для систем досліджень та інновацій — це насамперед створення нового знання, формування людського капіталу, дифузія та використання знань у суспільстві й економіці. Отже, концептуальний апарат, вироблений для соціально-економічних та інфраструктурних систем, може бути перенесений на науково-дослідні системи за умови відповідного перевизначення функцій, підсистем та індикаторів, що й становить завдання наступних розділів.

### **Методології індикаторного та індексного підходів до оцінювання резильєнтності**

#### *Композитні індекси та сети індикаторів*

Методологічна традиція кількісного оцінювання резильєнтності соціально-економічних систем ґрунтується насамперед на індикаторному та індексному підходах. Показовим є двоконпонентний підхід Ю. Брунецкене (J. Bruneckienė) та співавторів до оцінювання регіональної стійкості до економічних шоків, що поєднує концеп-

туальну модель факторів спроможності Resilio та композитний індекс Resindicis [15]. У моделі Resilio виокремлюють групи факторів, що характеризують вразливість регіону до шоку та його здатність до відновлення. Відповідні параметри операціоналізуються через систему кількісних показників. Далі ці показники проходять етапи стандартизації, агрегуються в підіндекси за окремими вимірами та інтегруються в зведений індекс Resindicis, що використовується для порівняння резильєнтності між регіонами [15]. Важливо, що автори наголошують на адаптивності набору індикаторів: він має добиратися з урахуванням специфіки системи та доступності статистичних даних, тоді як загальна логіка побудови індексу залишається сталою.

Огляд методичних підходів до індексування соціально-економічної резильєнтності, здійснений І. Лещук, демонструє, що загалом міжнародна практика конвергує до подібних, індикаторно-орієнтованих методик [17]. Незалежно від організації-розробника (міжнародні організації, аналітичні центри, фонди), більшість підходів охоплює схожі етапи:

- 1) визначення вимірів (dimensions) резильєнтності;
- 2) добір релевантних індикаторів для кожного з вимірів;
- 3) нормалізація показників (перехід до співмірної шкали);
- 4) встановлення ваг для окремих індикаторів чи вимірів;
- 5) агрегація у підіндекси та/або інтегральний індекс;
- 6) інтерпретація одержаних результатів і, за можливості, їхня валідація [17]. Поряд із перевагами (порівнюваність, наочність, комунікаційна зручність) наголошується й на ризиках надмірного спрощення складних явищ до одного числа [17].

Додатково підкреслюється, що резильєнтність є надто багатогранною, щоб її можна було адекватно описати одним-двома показниками або надто вузьким набором змінних. Аналізуючи методичні підходи до оцінки стійкості соціально-економічних систем в умовах глобальної нестабільності, Ю. Іванюк стверджує, що через поєднання економічних, інноваційних, соціодемографічних, інституційно-управлінських та екологічних чинників доцільно застосовувати багатовимірні системи індикаторів, а не покладатися на одиничні показники чи “універсальний” інтегральний коефіцієнт [19].

Таким чином, у літературі формується консенсус щодо необхідності: а) чітко розмежувати концептуальні виміри резильєнтності; б) для кожного виміру використовувати набір

індикаторів, що може адаптуватися до контексту системи; в) забезпечувати прозору процедуру індексування.

*Ієрархічні структури, порогові значення та рівні*

Індикаторні та індексні методики дедалі частіше реалізуються у вигляді ієрархічних структур, що дають змогу поєднувати детальність аналізу з узагальненими оцінками. У дослідженнях критичної інфраструктури, пов'язаних з ініціативами SmartResilience та InfraStress, пропонується так званий куб резильєнтності, що поєднує різні рівні показників, вимірів і фаз кризового циклу [16]. На нижчому рівні містяться окремі мікроіндикатори (наприклад, характеристики технічного стану об'єктів, організаційних процедур, безпекових заходів); на проміжному — вони агрегуються в критерії та виміри (технічний, організаційний, контекстуальний тощо); на верхньому — формується інтегральна оцінка резильєнтності, яку зручно інтерпретувати в ординальній шкалі (від “дуже низька” до “дуже висока”) [16].

Схожий ієрархічний підхід використовується й у моніторингу соціальної резильєнтності, де базові індикатори (якість соціально-трудова відносин, рівень життя, демографічна, екологічна, продовольча безпека тощо) групуються в більш узагальнені компоненти, що в сукупності описують стан соціальної системи [20]. Ключовою відмінністю цього підходу є запровадження порогових та оптимальних значень для кожного показника, а також побудова векторів граничних значень для всієї системи індикаторів [20]. Це дає змогу не лише розрахувати інтегральну оцінку, а й визначити рівні резильєнтності (наприклад, низький, середній, високий) залежно від того, наскільки фактичні значення відхиляються від допустимих або цільових меж.

Ця логіка безпосередньо перегукується з практикою критичної інфраструктури, де результати індикаторного аналізу часто подаються в категоріальній формі (від “дуже низької” до “дуже високої” стійкості), що полегшує прийняття управлінських рішень і комунікацію з різними групами стейкхолдерів [16]. Тобто поряд із безперервними показниками та інтегральними індексами, дедалі більшої ваги набувають дискретні рівні резильєнтності, які можуть бути безпосередньо пов'язані з регуляторними вимогами чи наборами політичних інструментів.

Окрему увагу привертає інтегрований підхід до оцінювання резильєнтності об'єктів критичної інформаційної інфраструктури (КІІ), запропонований у праці В. Сидоренка [23]. По-перше, він спирається на багатовимірну систему інди-

каторів, що охоплюють економічні, соціальні та безпекові аспекти функціонування об'єктів КІІ. По-друге, використовується уніфікована процедура нормалізації показників та апарат нечіткої логіки, що дає змогу коректно обробляти різномірні та частково невизначені дані [23]. По-третє, поряд із розрахунком інтегрального показника резильєнтності передбачається класифікація за окремими спроможностями життєвого циклу P–A–A–R, тобто формується профіль системи за кожною з цих спроможностей [23]. У підсумку отримують як загальна категорія критичності/стійкості, так і більш детальна картина сильних і слабких місць за окремими аспектами резильєнтності.

*Від статичних показників до оцінки на основі життєвого циклу та потенціалу*

Якщо розглядати розвиток індикаторних підходів у динаміці, то можна виділити декілька послідовних етапів, які важливі для побудови методології оцінки резильєнтності систем досліджень та інновацій.

На першому етапі домінує логіка статичних соціально-економічних індексів, подібних до Resindicis [15]. Вона передбачає фіксацію певного стану системи відносно шоку (наприклад, фінансово-економічної кризи) через інтегральний показник, що враховує вразливість і здатність до відновлення. Такі індекси забезпечують порівняльність між регіонами/країнами, проте зазвичай не деталізують внутрішню “архітектуру” резильєнтності за фазами кризового циклу.

На другому етапі з'являються більш складні моделі для критичної інфраструктури, зокрема “куб резильєнтності” та пов'язані з ним інструменти SmartResilience/InfraStress [16]. Тут поряд з інтегральним балом більш системно враховуються різні фази розвитку подій (до, під час, після шоку), здійснюється сценарний аналіз (stress-testing), а також підтримується моніторинг у часовому розрізі [16]. Тобто індикаторний підхід розширюється від статичного фотографування стану системи до динамічного та сценарного аналізу її стійкості.

На третьому етапі формується явно капіцитно-орієнтований (орієнтований на спроможності) і життєвоцикловий підхід, яскравим прикладом якого є модель P–A–A–R для об'єктів критичної інформаційної інфраструктури [23]. У ній резильєнтність уже не розглядається як недиференційована “здатність витримати шок”, а декомпонується на окремі спроможності прогнозувати, абсорбувати, адаптуватися та відновлюватися, кожна з яких має свій набір індикаторів і може оцінюватися як окремий під-індекс [23]. Причому зберігається загальний

інтегральний показник, але він трактується в тісному зв'язку з профілем спроможностей, що дає змогу більш точно таргетувати управлінські та політичні інтервенції.

Узагальнення цих тенденцій допомагає зробити декілька важливих висновків щодо сучасного стану методології оцінки резильєнтності:

1) відбувається перехід до багатовимірних систем індикаторів, які відображають різні виміри системи;

2) широко застосовується ієрархічна агрегація (індикатор → критерій → вимір → індекс);

3) зростає роль явної декомпозиції за спроможностями/фазами (абсорбція, адаптація, трансформація / P–A–A–R);

4) дедалі частіше використовуються категоріальні рівні та порогові значення, що необхідні для інтерпретації результатів і узгодження їх із практичними заходами політики [15–17; 20; 23].

Саме така логіка — поєднання багатовимірності, ієрархії, капітетного бачення й рівневопорогової інтерпретації — створює методологічне підґрунтя для розроблення критерійно-індикаторної індексної рамки резильєнтності національних систем досліджень та інновацій, здатної одночасно забезпечити міждержавну порівнюваність і врахувати контекстні особливості, зокрема воєнні та післявоєнні умови.

### **Наука, інновації та національні системи досліджень та інновацій в стані шоку: наявні факти та прогалини**

*Українська політика у сфері досліджень і інновацій в умовах війни*

Безпосередньо до проблематики науки, інновацій та науково-інноваційної політики в умовах повномасштабної війни в Україні звертається у своїх працях В. Грига та Ю. Рижкова [9]. Автори аналізують трансформації науково-технологічної та інноваційної політики України після початку широкомасштабної агресії, зокрема у зв'язку з потребами оборони та майбутнього відновлення [9]. У центрі аналізу — три підходи до інноваційної політики в кризових умовах: “виробляти”, “закупувати”, “перепрофільовувати”. Показано, що нині Україна значною мірою спирається на модель “просиге”, тобто на закупівлю та отримання сучасних озброєнь і технологій від союзників, а також частково на “перепрофільовання”, використовуючи наявні розробки та спроможності для оборонних потреб [9].

Водночас у праці аргументується, що в післявоєнний період така модель стане фінансово обмеженою через брак фіскального простору, а отже, доведеться посилювати власну науково-технологічну базу, здатну підтримати як виробництво, так і подальше перепро-

філювання технологій у разі нових шоків [9]. Фактично йдеться про необхідність переходу від тимчасових рішень до довгострокового нарошування національних науково-дослідних спроможностей, що в термінах резильєнтності можна інтерпретувати як посилення адаптивної та трансформаційної спроможності науково-дослідної та науково-інноваційної систем.

Важливо підкреслити, що, попри прямиий фокус на науці й інноваціях у воєнний час, ця праця не пропонує формалізованої рамки оцінювання резильєнтності: відсутні чітко окреслені резильєнтні спроможності, критерії та індикатори, а також методологія порівняння з іншими країнами [9]. Аналіз має переважно концептуально-політичний характер, концентруючись на виборі та комбінуванні інструментів інноваційної політики в умовах шоку, але не пропонує кількісної чи індикаторної схеми оцінки стійкості науково-інноваційної системи.

### *Фрагментарність і відсутність структурованих рамок оцінювання*

У міжнародних джерелах літератури, що прямо чи опосередковано стосуються інновацій, науки та національних інноваційних систем, поняття “резильєнтність” застосовується нерівномірно. Часто аналізується резильєнтність інноваційної діяльності на рівні фірм або галузей (підтримання продажів, експорту, інноваційних проектів під час криз), однак такі дослідження рідко трактують національну систему досліджень та інновацій як єдину цілісну систему, для якої розробляється спеціалізована рамка оцінювання. Аналогічно значний масив праць щодо національних інноваційних систем і політики у сфері науки, технологій та інновацій зосереджується на структурі, продуктивності та реформах, але майже не використовує категорії “resilience”, “absorptive/adaptive/transformational capacity” як аналітичні ядра і не будує резильєнтні індекси чи системи індикаторів.

На цьому тлі контрастують напрацювання з оцінювання резильєнтності в соціально-економічних та інфраструктурних системах, де вже сформовано доволі просунуті індикаторні методології [15–17; 19–21; 23], а також українські дослідження, що застосовують індексно-індикаторний підхід у воєнних умовах до економіки, соціальної сфери, територій та критичної інфраструктури [18; 20–23]. Однак, як підтверджує аналіз, ці методики поки не перенесені на рівень національних науково-інноваційних систем. Зокрема відсутній операційний, індикаторно-орієнтований підхід, який би:

1) трактував резильєнтність науково-дослідної та науково-інноваційної систем

- через чітко окреслені спроможності (абсорбційна, адаптивна, трансформаційна, за потреби — прогностична/відновна);
- 2) визначав структуру вимірів і критеріїв (структурна/ресурсна стійкість, управлінська гнучкість, здатність до стратегічної трансформації тощо);
  - 3) пропонував набір індикаторів і процедур індексування, придатних для міждержавного порівняння;
  - 4) мав чітко артикульований зв'язок між вимірними рівнями резильєнтності та наборами політичних інструментів.

Отже, попри наявність розвиненої методичної бази в суміжних доменах (соціально-економічна резильєнтність, регіональні системи, критична інфраструктура) [15–17; 19–21; 23] та зростання корпусу українських праць, що вивчають резильєнтність у воєнний період [18; 20–23], структурована рамка оцінювання резильєнтності національних систем досліджень та інновацій поки що відсутня. Наявна лише одна робота, що прямо розглядає науково-інноваційну політику України під час війни [9], але вона не розвиває формальних індикаторних інструментів. Ця комбінація одного концептуально важливого, але неметричного дослідження в науково-інноваційній сфері та зрілих індикаторних підходів в інших доменах створює чітку наукову нішу для розроблення уніфікованої, порівнюваної між країнами методології оцінювання резильєнтності науково-інноваційних систем, адаптованої до воєнного та післявоєнного контексту України.

Таким чином, здійснена систематизація підходів до резильєнтності, формує цілісний концептуальний і методологічний контекст, у межах яких застосування шкали організаційної резильєнтності МакМанус (2008) видається теоретично обґрунтованим і методологічно послідовним. По-перше, узагальнення літератури засвідчує домінування інтерпретації резильєнтності як набору спроможностей системи (абсорбційної, адаптивної, трансформаційної, а в окремих моделях — також прогностичної та відновної) [15; 21; 23]. Цей підхід простежується як у концепціях регіональної економічної стійкості, так і в життєвоциклових моделях критичної інфраструктури [15; 16; 21; 23]. Шкала МакМанус, зорієнтована на вимірювання таких організаційних характеристик, як ситуаційна обізнаність, управління вразливістю, адаптивна здатність тощо, є, по суті, мікрорівневою конкретизацією тих самих спроможностей на рівні окремої організації. Таким чином, вона є концептуально сумірною з прийнятою в нашому дослідженні рамкою резильєнтності науково-

інноваційної системи, що спирається на аналогічні категорії.

По-друге, узагальнений аналіз індикаторно-індексних підходів до оцінювання резильєнтності демонструє стійку орієнтацію на ієрархічні структури індикаторів, композитні індекси та категоріальні рівні резильєнтності [15–17; 19; 20; 23]. У відповідних підходах (Resilio/Resindicis, “куб резильєнтності”, P–A–R) окремі показники послідовно агрегуються в критерії, виміри та інтегральні оцінки, які можуть бути інтерпретовані як рівні стійкості (низький, середній, високий тощо) [15; 16; 20; 23]. Шкала МакМанус є одним із небагатьох методичних інструментів, де така логіка чітко реалізована на рівні організації: структуровані питання формують субшкали, що відповідають ключовим організаційним спроможностям, а далі — зведені показники організаційної резильєнтності. Це забезпечує як сумісність зі згаданими ієрархічними індексними моделями, так і можливість інтеграції результатів організаційного рівня в ширші системні оцінки резильєнтності науково-дослідного сектора.

По-третє, на основі аналізу українських досліджень у сфері економічної, соціальної та інфраструктурної резильєнтності в умовах війни встановлено наявність розвиненої практики застосування індикаторно-індексних інструментів для моніторингу стійкості різних підсистем [18; 20–23]. Водночас відповідні підходи майже не застосовуються до організаційної ланки системи досліджень та інновацій, хоча саме резильєнтність окремих організацій (університетів, наукових установ, агенцій тощо) є критичним елементом загальної стійкості науково-інноваційної системи. У цьому контексті шкала МакМанус, що є однією з небагатьох чітко операционалізованих шкал організаційної резильєнтності, постає як доцільний і теоретично узгоджений інструмент для емпіричного вимірювання відповідних спроможностей на рівні організацій, з подальшою можливістю їх агрегування та порівняння.

Важливим підсумковим елементом огляду є встановлення зв'язку між оцінкою резильєнтності та формуванням інструментів політики [9; 16; 18; 20–23]. У низці праць показано, що результати індексно-індикаторної оцінки стійкості (територій, соціальних систем, об'єктів інфраструктури) *де-факто* використовуються для пріоритизації заходів, вибору об'єктів для інвестицій або посилення захисту, а також для таргетування підтримки вразливих груп [9; 16; 18; 20–23]. Шкала МакМанус, будучи структурованою за окремими організаційними спроможностями, забезпечує не лише вимірювання

поточного стану, а й діагностику конкретних зон вразливості, які можуть бути зіставлені з диференційованими інструментами підтримки (розвиток систем управління ризиками, підвищення гнучкості процедур, зміцнення внутрішніх комунікацій тощо). У цьому сенсі залучення шкали МакМанус у запропонований системний фреймворк відповідає загальній логіці переходу від описативного оцінювання резильєнтності до нормативно орієнтованого інструменту, який може слугувати підґрунтям для розроблення та калібрування політики зміцнення резильєнтності науково-інноваційних систем у міждержавній порівняльній перспективі.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

На нашу думку, у межах концептуальної рамки стійкості наукової системи резильєнтність у контексті державної наукової системи визначається як її здатність: 1) *очікувати* або ж *антиципувати* майбутні виклики та кризи; 2) *поглинати* або ж *абсорбувати* їхній вплив, зберігаючи ключові функції; 3) *адаптуватися* шляхом трансформації внутрішніх процесів; 4) *відновлюватися* та *трансформуватися* в нову, більш стійку конфігурацію. Цей багатовимірний підхід інтегрує ключові теоретичні рамки, представлені в літературі:

- національна інноваційна система (NIS): забезпечує макроланку структури, акцентуючи на взаємодії між академіями, університетами, бізнесом та державою. Слабкі зв'язки між цими елементами є ключовою вразливістю для резильєнтності.
- інституційна теорія: пояснює феномен “роз'єднання цілей і засобів”, коли формальні реформи не призводять до реальних змін.

- теорія резильєнтності організацій: у ролі базової теоретичної рамки використана шкала резильєнтності МакМанус, розроблена для оцінювання стійкості організацій до надзвичайних ситуацій [14].

*Базова шкала резильєнтності.* Початкову шкалу резильєнтності МакМанус (2008) було розроблено для сценаріїв природних катастроф і містить три головні компоненти: *усвідомленість ситуації, ключові вразливості, адаптаційний потенціал (табл. 1)*. У межах цього дослідження було проведено її суттєву адаптацію до потреб і контексту аналізу наукової системи в умовах війни з урахуванням специфічних викликів.

#### *Процес розробки адаптованого інструменту*

Процес розроблення інструменту дослідження передбачав переклад та адаптацію наведеної вище шкали та відповідних запитань з урахуванням культурних і мовних особливостей, розроблення першої версії опитувальника для глибоких інтерв'ю, експертне рецензування сімома фахівцями галузі, представниками різних галузей науки, термінологічний аналіз та уточнення, пілотне тестування з дев'ятьма респондентами-науковцями з наукового середовища України та розроблення фінальної версії шкали-опитувальника для польових досліджень. Збір даних передбачав напівструктуровані, глибокі експертні інтерв'ю, аналіз документів, статистичних даних тощо.

Детальний аналіз глибоких інтерв'ю з експертами дав змогу класифікувати головні типи втрат наукової системи, пов'язані з ними загрози та ризики, що визначають здатність і темпи її відновлення, а отже, загальну резильєнтність. Під час повномасштабного вторгнення наукова

Таблиця 1

Базова шкала резильєнтності МакМанус (2008)

Усвідомленість ситуації Situation Awareness	Ключові вразливості Keystone Vulnerabilities	Адаптаційний потенціал Adaptive Capacity
1. Ролі та відповідальність	1. Планування надзвичайних ситуацій	1. Подолання менталітету «сілосу»
2. Усвідомлення загроз та наслідків	2. Навчальні тренування з безпеки	2. Мережі та зв'язки
3. Обізнаність про зв'язки	3. Внутрішні ресурси виживання	3. Стратегічне бачення в умовах кризи
4. Страхування та компенсації	4. Зовнішні ресурси підтримки	4. Інформаційний обмін
5. Пріоритети відновлення	5. Комунікаційна інфраструктура	5. Стиль лідерства в кризових умовах

Джерело: [13].

система зазнає комплексних людських, інституційних, матеріальних, інформаційних, фінансових та організаційних втрат із безпосереднім і відкладеним ефектом. Ідеться як про загибель, так і про вимушений відтік науковців, інженерно-технічних і адміністративних працівників, студентів й аспірантів, звільнення, вихід із професії та колаборацію, що призводить до гальмування досліджень, переривання проєктів, руйнування інституційної спроможності, витоку інформації та розпаду сталих зв'язків усередині наукової системи.

Суттєвими є втрати фізичної інфраструктури. Бомбардування та ракетні удари знищують або пошкоджують заклади вищої освіти, науково-дослідні інститути, лабораторії, архіви, бібліотеки, унеможливаючи повноцінне функціонування науки. Масштабно порушується хід досліджень: численні проєкти призупиняються чи припиняються, що часто означає втрату результатів багаторічної роботи. Значними є втрати наукової інформації та матеріалів: знищуються документація, колекції (зокрема живі), біологічні матеріали, культурні пам'ятки, природні ландшафти, унікальне обладнання, емпіричні дані; великі території стають недоступними для польових досліджень через мінування. Фіксуються випадки викрадення та незаконного присвоєння наукової інформації й устаткування в умовах окупації та кібератак. Війна руйнує наукову спільноту як цілісну систему. Так, відбувається масова міграція вчених і студентів за кордон, зменшується привабливість України для іноземних дослідників, перериваються міжнародні контракти та наукове співробітництво, підриваючи кумулятивні процеси наукового й освітнього розвитку. Особливо вразливою є група молодих дослідників, виїзд або вихід яких із професії спричиняє старіння колективів ("генерали без армії"). Фінансові втрати проявляються через перерозподіл бюджету на користь оборони, скорочення інвестицій у сферу науки, припинення фінансування, що унеможливує покриття базових витрат і підтримання діяльності установ. Наукові інституції зазнають прямих збитків унаслідок руйнування будівель, втрати обладнання під час евакуації чи окупації та обмеження доступу до ресурсів через розрив логістичних ланцюгів. Це формує довгострокову загрозу національній безпеці, оскільки втрата наукової інфраструктури блокує розроблення критично важливих технологій.

Дослідження засвідчило просторову та функціональну неоднорідність загроз: вони залежать від віддаленості від лінії фронту та тематичного профілю установи, що визначає її залежність від лабораторій, колекцій, унікаль-

ного устаткування та польових полігонів. Дані моніторингу повітряних тривог і вибухів в системі [alerts.in.ua](https://alerts.in.ua) показують істотні регіональні відмінності за частотою й тривалістю тривог та інтенсивністю вибухів, що корелює з масштабами ризиків для наукової інфраструктури. У зонах безпосередніх бойових дій домінують найгостріші ризики, серед яких людські втрати, окупація територій, повне чи критичне руйнування інфраструктури, втрата даних, матеріалів і колекцій під час евакуації. Характерними є приклади повної втрати результатів багаторічних досліджень, зокрема руйнування лабораторій із генетичними банками. На окупованих територіях фактично блокується доступ до приміщень і обладнання, втрачається персонал, зростають ризики примусового відчуження інтелектуальної власності, мародерства та розкрадання унікального устаткування й полігонів.

У зонах інтенсивних артилерійських та авіаційних ударів переважають часткові руйнування будівель і споруд, високий рівень небезпеки для персоналу, посилена міграція науковців, зниження продуктивності, зростання частки вимушених звільнень і скорочення грантової підтримки (окрім оборонної тематики). У відносно віддалених від фронту регіонах зберігається ризик ракетних ударів і вторинних техногенних катастроф, існує загроза втрати опалення через старіння або руйнування інфраструктури. Періодичні повітряні тривоги та постійний безпековий тиск спричиняють психологічне виснаження, підвищують ризики звільнення критично важливих співробітників. Особливо вразливими є установи, діяльність яких залежить від лабораторій, колекцій, спеціалізованого обладнання, унікальних матеріалів і польових досліджень, то в цьому контексті постають високі ризики втрати експертизи, сповільнення досліджень, втрати документації та даних унаслідок обстрілів, мінування, несвоєчасної евакуації. Нестабільність електропостачання становить критичну загрозу для досліджень, що потребують безперервного режиму роботи (витяжні системи з токсичними речовинами, циркуляція води в програмах розведення, збереження генетичних матеріалів, безперервні обчислювальні процеси). Сукупність цих чинників формує складний багаторівневий ландшафт втрат і загроз, що визначає як поточний стан, так і майбутній потенціал наукової системи України.

Додатковими обмеженнями стійкості системи є ускладнене залучення нових кадрів (зокрема через конкуренцію з приватним сектором і закордонними інституціями), зниження кваліфікації частини персоналу через обмежений доступ до підвищення кваліфікації, а також

макроекономічні та регуляторні чинники. Жорстке валютне регулювання Національного банку України, що обмежує місячні витрати за кордоном до 100 тис. грн на особу в одному банку, ускладнює тривале перебування науковців за кордоном, участь у міжнародних проєктах і мобільності. Проблеми зовнішньої комунікації та планування допомоги призводять до ситуацій, коли обладнання закуплено, але бракує коштів на монтаж, налаштування й сервіс, що знижує ефективність використання ресурсів. Високі безпекові ризики унеможливають страхування інфраструктури та проєктів у міжнародних страховиків, посилюючи вразливість установ. Обмежене фінансування та залежність від зовнішньої допомоги звужують доступ до сучасних цифрових інструментів, хмарних сервісів і потужних обчислювальних ресурсів, що гальмує цифрову трансформацію наукової системи.

Водночас виявлено чинники, які пом'якшили вплив війни, сприяли мінімізації втрат і відносно швидкому (протягом декількох місяців) відновленню базових процесів. Ключовим став досвід дистанційної роботи, набутий під час пандемії COVID-19. Так, попередньо розгорнута цифрова інфраструктура, онлайн-викладання, дистанційне адміністрування, електронний документообіг і комунікація дали змогу оперативно перевести значну частину освітньої та наукової діяльності в онлайн-формат і зменшити залежність від фізичної присутності в будівлях. Другим важливим компенсаторним механізмом стало розширення доступу українських учених до міжнародної наукової інфраструктури: зросла відкритість іноземних лабораторій, бібліотек та інших просторів; спрощено доступ, реалізовано стипендійні та програми-стажування, цільову підтримку науковців у вигнанні. Це частково компенсувало втрату експериментальної бази в Україні та підтримало безперервність досліджень. Посилена інтеграція у світові потоки наукової інформації. У цьому контексті варто наголосити на ширшому використанні баз даних, електронних журналів, репозитаріїв, розширенні електронної комунікації, наданні окремими провайдерами безкоштовного доступу до ресурсів.

Третім блоком компенсаторних чинників стала фінансова й організаційна підтримка міжнародних донорів, яку, за свідченнями респондентів, відчула більшість опитаних і що безпосередньо вплинула на темпи відновлення. Показовим є досвід переміщеного Бердянського державного педагогічного університету, який, утративши всю інфраструктуру в окупації, за підтримки GIZ долучився до проєкту інтеграції переміщених закладів освіти та впровадження психосоціальної підтримки, отримавши

комп'ютерну техніку та обладнання. Додаткові ініціативи (Глобальна бізнес-коаліція для освіти, "Цифровий актив для України" компаній HP та Microsoft та інші спонсорські програми) забезпечили ноутбуки, генератори, комп'ютери, принтери, що підтримало базову життєздатність університету в умовах енергетичної нестабільності.

Четвертим чинником адаптивності стали внутрішні організаційні трансформації. Респонденти фіксують зсув до більш централізованих й авторитарних моделей управління, що в умовах високої невизначеності та дефіциту часу прискорює ухвалення рішень і реалізацію антикризових заходів. Паралельно активізувалося планування післякризового відновлення, зокрема відбуваються реорганізації, об'єднання підрозділів, посилення міжвідомчої взаємодії, оновлення стратегічних і операційних планів, переорієнтація тематичних пріоритетів і розвиток дистанційних і гібридних форматів роботи. Важливим складником стійкості стала ефективна робота IT-підрозділів, які забезпечували безперервність цифрової інфраструктури, захист від кібератак і збереження критичних даних.

Водночас окреслено системні проблеми, що зменшують здатність системи реагувати на кризи та сповільнюють відновлення. Насамперед це неактуальність планів управління в надзвичайних ситуаціях: наявні документи зорієнтовані переважно на цивільний захист і фізичну безпеку, а не на безперервність наукових процесів, інфраструктури, даних і колекцій. Більшість планів евакуації є застарілими, розробленими до повномасштабної війни та з урахуванням інших конфігурацій загроз, що робить їх малоефективними в умовах російської агресії. Відсутність системного навчання управлінців для роботи в умовах надзвичайних ситуацій доповнює проблему: чинна система навчання зосереджена на інструктажах із безпеки та майже не охоплює управлінські аспекти кризового менеджменту, а тренування мають здебільшого аудиторний, а не практичний характер.

Відтак, на основі здійсненого аналізу, для наукової системи в умовах війни, ключові концептуальні адаптації, у порівнянні зі шкалою МакМанус, передбачають такі:

- 1) *врахування інтенсивності порушення та тривалості процесів*. Постійні повітряні тривоги та обстріли паралізують наукову діяльність, змушуючи дослідників проводити близько 30 % робочого часу в укриттях;
- 2) *специфіка війни*. Окупація наукових центрів на сході України, мінування територій дослідних станцій і руйнування

- університетських містечок обстрілами створюють унікальні виклики для науки;
- 3) *релокація дослідників на довготривалій основі*. Масове переміщення науковців до західних регіонів і за кордон призвело до тривалого розриву наукових колективів та інфраструктури;
  - 4) *дилема цифровізації та кібербезпеки*. Прискорений перехід до дистанційної роботи супроводжується регулярними кібератаками на наукові установи та ризиками втрати конфіденційних даних;
  - 5) *вплив інформаційної війни*. Систематична дискредитація української науки в російському інформаційному просторі місцями ускладнює міжнародне співробітництво та поширення результатів досліджень.

*Операціоналізація змінних*. У результаті процесу адаптації шкали, пропонуємо систему для оцінювання кожного компонента резильєнтності що охоплює чотири головні компоненти: ситуаційно-кризовий, ресурсно-адаптаційний, мережево-комунікаційний та стратегічно-відновлювальний. Більш детальний опис кожного критерію наведено нижче.

*Ситуаційно-кризовий компонент:*

- усвідомлення реальних загроз (обстріли, окупація наукових центрів, кібератаки);
- здатність до оперативного планування в умовах перманентних порушень процесів;
- подолання інформаційної війни та дискредитації української науки.

*Ресурсно-адаптаційний компонент:*

- ефективність релокації та розподілу науковців;
- збереження ядра наукового потенціалу через кризові механізми фінансування;
- цифровізація та кібербезпека наукової інфраструктури;
- доступ до зовнішніх ресурсів підтримки.

*Мережево-комунікаційний компонент:*

- збереження міжнародних наукових зв'язків (Horizon Europe тощо);
- відновлення внутрішніх мереж співпраці після масових переміщень;
- ефективність комунікаційної інфраструктури в умовах війни.

*Стратегічно-відновлювальний компонент:*

- здатність до переорієнтації досліджень на потреби воєнного часу;
- відновлення наукової інфраструктури після руйнувань;
- стратегічне бачення розвитку науки в умовах тривалої кризи.

Оцінку пропонується проводити за стандартною шкалою Лайкерта, де 0 — повна від-

сутність ознаки, 4 — високий рівень вираженості ознаки.

## ВИСНОВКИ

У результаті підготовки цього дослідження було сформульовано такі висновки.

1. *Адаптаційний потенціал наукової системи в умовах війни*. Війна стала каталізатором як руйнації, так і адаптації української науки. Система продемонструвала значну здатність до оперативного перепрофілювання досліджень та ефективного використання міжнародної підтримки. Проте довгострокова резильєнтність буде залежати від результативної інтеграції кризових механізмів у стратегію повоєнного відновлення, зокрема через подолання фрагментації між різними секторами науки.

2. *Розроблення комплексного підходу до оцінки*. Запропоновано уніфіковану методологічну рамку для вимірювання резильєнтності державних наукових систем. Цей підхід враховує специфіку функціонування в умовах тривалої кризи через чотири взаємопов'язані компоненти: ситуаційно-кризовий, ресурсно-адаптаційний, мережево-комунікаційний і стратегічно-відновлювальний. На нашу думку, розроблена система критеріїв дає змогу перейти від теоретичних дискусій до практичного моніторингу та управління стійкістю наукової системи. Запропоновані методологічні засади допомагають не лише якісно вивчити поточний стан резильєнтності наукової системи, а й за наявності відповідних кількісних показників відстежувати динаміку її змін в умовах війни, що є критично важливим для розроблення ефективної наукової політики збереження та відновлення в період підготовки, під час і після війни, відповідно.

3. *Практична спрямованість результатів*. Отримані результати створюють підґрунтя для формування цілеспрямованої політики підвищення стійкості науки не лише в умовах війни, а й в післякризовий період, що становить значний потенціал для подальших досліджень у галузі трансформації наукових систем в умовах глибоких довготривалих криз.

Перспективи подальших досліджень полягають в:

- *емпіричній валідації методології*. Наступним кроком має стати апробація запропонованої системи критеріїв на реальних даних, зокрема йдеться проведення кількісного збору даних за кожним із критеріїв для України за період 1991–2025 рр. та їх порівняльний аналіз і моделювання відповідних індикаторів;
- *порівняльні міждержавні дослідження*. Перспективним є застосування розробленої

методології для аналізу резильєнтності наукових систем інших пострадянських країн або держав, які переживають конфлікти (наприклад, Молдова, Грузія, країни Балтії). Це дасть змогу виявити універсальні та унікальні чинники резильєнтності;

- *поглиблений аналіз впливу війни*. Необхідні спеціальні дослідження, спрямовані на вивчення конкретних механізмів адаптації наукових установ та вчених в умовах повномасштабної війни. Вони мають охоплювати аналіз ефективності програм релокації та міжнародної наукової солідарності, дослідження формування нових мереж наукової співпраці (цивільно-військових, міжнародних), вимірювання втрат і змін у науковому потенціалі за галузями знань;
- *розроблення інструментів проактивної політики*. На основі отриманих даних мають бути розроблені конкретні інструменти та механізми для упровадження проактивної, а не реактивної, політики резильєнтності. Це може передбачати моделювання впливу різних сценаріїв фінансування, створення системи раннього попередження ризиків та інтеграцію принципів резильєнтності в національні стратегії НТІ.

Підсумовуючи, запропоновані методологічні засади прокладають шлях для подальшого системного моніторингу та порівняльного аналізу резильєнтності наукових систем, що є запорукою формування обґрунтованої та ефективної державної політики в умовах глобальних викликів і довготривалої нестабільності.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Yegorov I. Post-Soviet science: Difficulties in the transformation of the R&D systems in Russia and Ukraine / I. Yegorov // *Research Policy*. — 2009. — Vol. 38. — Issue 4. — P. 600–609. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.010>.
2. Hladchenko M. Implementing the Triple Helix Model: Means-Ends Decoupling at the State Level? / M. Hladchenko, R. Pinheiro // *Minerva. A Review of Science, Learning and Policy*. — 2018. — Vol. 57. — P. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.1007/S11024-018-355-3>.
3. Koblianska I. Problems of the Institutional-Legal and Organizational Provision of Systemic Innovation Policy: the Case of Ukraine / I. Koblianska, L. Kalachevska // *Comparative Economic Research*. — 2019. — Vol. 22. — P. 53–73. DOI: <https://doi.org/10.2478/ser-2019-0004>.
4. Підоричева І. Ю. Європейський дослідницький простір: новий етап розвитку та можливості інтеграції можливості інтеграції України у воєнний і повоєнний періоди / І. Ю. Підоричева // *Економіка промисловості*. — 2022. — № 3 (99). — С. 5–40. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2022.03.005>.
5. Підоричева І. Ю. Проблеми та стратегічні напрями інтеграції України до Європейського дослідницького простору. За матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 22 грудня 2021 року / І. Ю. Підоричева // *Вісник НАН України*. — 2022. — № 2. — С. 74–84. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2022.02.074>.
6. Pidorycheva I. Ukraine's European integration in the field of research and innovation: state, challenges, acceleration measures / I. Pidorycheva // *Journal of European Economy*. — 2021. — Vol. 20. — No. 4. — P. 678–699. DOI: <https://doi.org/10.35774/jee2021.04.678>.
7. Liashenko V. European research area: comparative analysis of institutional prerequisites and integration approaches for Ukraine / V. Liashenko, I. Pidorycheva, V. Antoniuk // *Journal of European Economy*. — 2020. — Vol. 19. — No. 3. — P. 456–480. DOI: <https://doi.org/10.35774/jee2020.03.456>.
8. Іванов С. В. Європейський дослідницький простір та Україна: проблеми і перспективи інтеграції / С. В. Іванов, В. П. Антонюк // *Економічний вісник Донбасу*. — 2020. — № 3 (61). — С. 166–176. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2020-3\(61\)-166-176](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2020-3(61)-166-176).
9. Gryga V. Science and innovation in Ukraine: approaches to policy making in times of war / V. Gryga, Y. Ryzhkova // *Economy and Forecasting*. — 2022. — No. 4. — P. 77–93. DOI: <https://doi.org/10.15407/econforecast2022.04.077>.
10. Yegorov I. Innovation, politics and tanks: the emergence of a Triple Helix system in Ukraine and the influence of EU cooperation on its development / I. Yegorov, M. Ranga // *International Journal of Technology and Globalisation*. — 2014. — Vol. 3. — No. 3. — P. 189–224. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTIS.2014.065700>.
11. Bogolib T. Financing of science advancement in Ukraine: existent problems and prospects of their solution / T. Bogolib // *Baltic Journal of Economic Studies*. — 2016. — Vol. 2. — No. 2. — P. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2016-2-5-22-29>.
12. Грига В. Наука та інновації в Україні: підходи до формування політики в умовах війни / В. Грига, Ю. Рижкова // *Економіка і прогнозування*. — 2022. — № 4. — С. 88–108. DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2022.04.088>.
13. Facilitated process for improving organizational resilience / S. McManus, E. Seville, J. Vargo, D. Brunson // *Natural Hazards Review*. — 2008. — Vol. 9. — No. 2. — P. 81–92. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1527-6988\(2008\)9:2\(81\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2008)9:2(81)).
14. Yegorov I. Innovation policy and implementation of the Triple Helix concept in Ukraine / I. Yegorov // *Optimum. Studia Ekonomiczne*. — 2015. — No. 5 (77). — P. 155–167. DOI: <https://doi.org/10.15290/OSE.2015.05.77.10>.
15. An assessment of socio-economic systems' resilience to economic shocks: the case of Lithuanian regions / J. Bruneckienė, I. Pekarskienė, O. Palekienė, Z. Simanavičienė // *Sustainability*. — 2019. — Vol. 11. — No. 3. — Art. 566. DOI: [10.3390/su11030566](https://doi.org/10.3390/su11030566).
16. Jovanovic A. S. Resilience and situational awareness in critical infrastructure protection: an indicator-based approach / A. S. Jovanovic, S. Chakravarty, M. Jelic // *Issues on Risk Analysis for Critical Infrastructure Protection* / eds. V. Rosato, A. Di Pietro. — London : IntechOpen, 2021. DOI: [10.5772/intechopen.97810](https://doi.org/10.5772/intechopen.97810).
17. Лещух І. В. Методичні підходи до оцінювання соціально-економічної резильєнтності систем / І. В. Лещух // *Бізнесінформ*. — 2024. — № 8. — С. 13–24. DOI: [10.32983/2222-4459-2024-8-13-24](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-8-13-24).

18. Iefymenko T. Information and fiscal space to strengthen the resilience of the economy in conditions of sustainable development / T. Iefymenko // Finance of Ukraine. — 2022. — No. 11. — P. 7–18. DOI: 10.33763/finukr2022.11.007.
19. Ivaniuk U. Resilience assessment methodologies of socio-economic system in the conditions of global instability / U. Ivaniuk // Journal of Lviv Polytechnic National University. Series of Economics and Management Issues. — 2022. — Vol. 6. — No. 2. — P. 135–142. DOI: 10.23939/semi2022.02.135.
20. Васильців Т. Г. Системно-структурне моделювання соціальної вразливості населення: концептуально-методичний підхід / Т. Г. Васильців, О. П. Мульська // Регіональна економіка. — 2023. — № 3 (109). — С. 58–69. DOI: <https://doi.org/10.36818/1562-0905-2023-3-5>.
21. Мельник М. І. Концепт резилентності економіки регіонів в умовах ендегенізації регіонального розвитку / М. І. Мельник, І. Р. Залуцький, В. А. Мельник // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. — 2023. — Вип. 2 (160). — С. 3–13. DOI: <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2023-2-1>.
22. Martynovych N. O. Complex of indicators for assessment of socio-economic results and efficiency of restoration of territories destroyed due to war / N. O. Martynovych // Economics and Law. — 2022. — No. 4 (67). — P. 57–71. DOI: 10.15407/econlaw.2022.04.057.
23. Сидоренко В. М. Метод оцінювання стійкості об'єктів критичної інформаційної інфраструктури держави / В. М. Сидоренко // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. — 2025. — № 1 (29). — С. 837–853. DOI: 10.28925/2663-4023.2025.29.944.

## REFERENCES

1. Yegorov, I. (2029). Post-Soviet science: Difficulties in the transformation of the R&D systems in Russia and Ukraine. *Research* 38 (4), 600-609. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2009.01.010>.
2. Hladchenko, M., & Pinheiro, R. (2018). Implementing the Triple Helix Model: Means-Ends Decoupling at the State Level?. *Minerva. A Review of Science, Learning and Policy*, 57, 1-22. DOI: <https://doi.org/10.1007/S11024-018-9355-3>.
3. Koblianska, I., & Kalachevska, L. (2019). Problems of the Institutional-Legal and Organizational Provision of Systemic Innovation Policy: the Case of Ukraine. *Comparative Economic Research*, 22, 53-73. DOI: <https://doi.org/10.2478/cer-2019-0004>.
4. Pidorycheva, I. Yu. (2022). Yevropeyskyi doslidnytskyi prostir: novyi etap rozvytku ta mozhlyvosti intehratsii mozhlyvosti intehratsii Ukrainy u voiennyi i povoiennyi periody [European Research Area: a new stage of development and integration opportunities Ukraine's integration opportunities in the war and post-war periods]. *Ekonomika promyslovosti [Industrial Economics]*, 3 (99), 5-40. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2022.03.005> [in Ukr.].
5. Pidorycheva, I. Yu. (2022). Problemy ta stratehichni napriamy intehratsii Ukrainy do Yevropeiskoho doslidnytskoho prostoru [Problems and strategic directions of Ukraines integration into the European Research Area]. *Visnyk NAN Ukrainy [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]*, 2, 74-84. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2022.02.074> [in Ukr.].
6. Pidorycheva, I. (2021). Ukraine's European integration in the field of research and innovation: state, challenges, acceleration measures. *Journal of European Economy*, 20 (4), 678-699. DOI: <https://doi.org/10.35774/jee2021.04.678>.
7. Liaschenko, V., Pidorycheva, I., & Antoniuk, V. (2020). European research area: comparative analysis of institutional prerequisites and integration approaches for Ukraine. *Journal of European Economy*, 19 (3), 456-480. DOI: <https://doi.org/10.35774/jee2020.03.456>.
8. Ivanov, S. V. & Antoniuk, V. P. (2020). Yevropeyskyi doslidnytskyi prostir ta Ukraina: problemy i perspektyvy intehratsii [levropeyskyi doslidnytskyi prostir ta Ukraina: problemy i perspektyvy intehratsii]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu [Economic Bulletin of Donbass]*, 3 (61), 166-176. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2020-3\(61\)-166-176](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2020-3(61)-166-176) [in Ukr.].
9. Gryga, V., & Ryzhkova, Yu. (2022). Science and innovation in Ukraine: approaches to policy making in times of war. *Economy and Forecasting*, 4, 77-93. DOI: <https://doi.org/10.15407/econforecast2022.04.077>.
10. Yegorov, I., & Ranga, M. (2014). Innovation, politics and tanks: the emergence of a Triple Helix system in Ukraine and the influence of EU cooperation on its development. *International Journal of Technology and Globalisation*, 3 (3), 189-224. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTIS.2014.065700>.
11. Bogolib, T. (2016). Financing of science advancement in Ukraine: existent problems and prospects of their solution. *Baltic Journal of Economic Studies*, 2 (2), 22-29. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2016-2-5-22-29>.
12. Hryha, V., & Ryzhkova, Yu. (2022). Nauka ta innovatsii v Ukraini: pidkhody do formuvannya polityky v umovakh viiny [Science and Innovation in Ukraine: Approaches to Policy-Making in Wartime]. *Ekonomika i prohnouzuvannia [Economics and forecasting]*, 4, 88-108. DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2022.04.088> [in Ukr.].
13. McManus, S., Seville, E., Vargo, J., & Brunson, D. (2008). Facilitated process for improving organizational resilience. *Natural Hazards Review*, 9 (2), 81-92. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1527-6988\(2008\)9:2\(81\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2008)9:2(81)).
14. Yegorov, I. (2015). Innovation policy and implementation of the Triple Helix concept in Ukraine. *Optimum. Studia Ekonomiczne*, 5 (77), 155-167. DOI: <https://doi.org/10.15290/OSE.2015.05.77.10>.
15. Bruneckienė, J., Pekarskienė, I., Palekienė, O., & Simanavičienė, Z. (2019). An assessment of socio-economic systems' resilience to economic shocks: the case of Lithuanian regions. *Sustainability*, 11 (3), 566. DOI: 10.3390/su11030566.
16. Jovanovic, A. S., Chakravarty, S., & Jelic, M. (2021). Resilience and situational awareness in critical infrastructure protection: an indicator-based approach. *Issues on Risk Analysis for Critical Infrastructure Protection*. V. Rosato, A. Di Pietro (Eds.). London. DOI: 10.5772/intechopen.97810.
17. Leshchukh, I. V. (2024). Metodichni pidkhody do otsiniuvannya sotsialno-ekonomichnoi rezilyentnosti system [Methodological approaches to assessing the socio-economic resilience of systems]. *BiznesInform [BusinessInform]*, 8, 13-24. DOI: 10.32983/2222-4459-2024-8-13-24 [in Ukr.].
18. Iefymenko, T. (2022). Information and fiscal space to strengthen the resilience of the economy in conditions of sustainable development. *Finance of Ukraine*, 11, 7-18. DOI: 10.33763/finukr2022.11.007.

19. Ivaniuk, U. (2022). Resilience assessment methodologies of socio-economic system in the conditions of global instability. *Journal of Lviv Polytechnic National University. Series of Economics and Management Issues*, 6 (2), 135-142. DOI: 10.23939/semi2022.02.135.
20. Vasylytsiv, T. H., & Mulska, O. P. (2023). Systemno-strukturne modeliuвання sotsialnoi vrazlyvosti naselennia: kontseptualno-metodychnyi pidkhid [Systemic and structural modeling of social vulnerability of the population: a conceptual and methodological approach]. *Rehionalna ekonomika* [Regional economy], 3 (109), 58-69. DOI: <https://doi.org/10.36818/1562-0905-2023-3-5> [in Ukr.].
21. Melnyk, M. I., Zalutskyi, I. R., & Melnyk, V. A. (2023). Kontsept rezylentnosti ekonomiky rehioniv v umovakh endohenizatsii rehionalnoho rozvytku [The concept of resilience of regional economies in the context of endogenization of regional development]. *Sotsialno-ekonomichni problemy suchasnoho periodu Ukrainy* [Socio-economic problems of modern Ukraine], 2 (160), 3-13. DOI: <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2023-2-1> [in Ukr.].
22. Martynovych, N. O. (2022). Complex of indicators for assessment of socio-economic results and efficiency of restoration of territories destroyed due to war. *Economics and Law*, 4 (67), 57-71. DOI: 10.15407/econlaw.2022.04.057.
23. Sydorenko, V. M. (2025). Metod otsiniuvannya stiikosti ob'ektiv krytychnoi informatsiinoi infrastruktury derzhavy [Method for assessing the stability of critical information infrastructure facilities of the state]. *Kiberbezpeka: osvita, nauka, tekhnika* [Cybersecurity: education, science, technology], 1 (29), 837-853. DOI: 10.28925/2663-4023.2025.29.944 [in Ukr.].

LUTSENKO A. O., M. Sc., PhD Student

RODCHENKO V. B., D. Sc. in Economics, Professor

### SYSTEM FOR ASSESSING THE STABILITY OF STATE SCIENTIFIC SYSTEMS: A FRAMEWORK CONCEPT FOR UKRAINE

**Abstract.** *This academic paper is dedicated to developing a unified methodology for assessing the resilience of state scientific systems during prolonged crises, using Ukraine during the full-scale war as a primary case study. The research provides a thorough analysis of the historical context of the formation of Ukraine's scientific system – from the Soviet legacy with its hierarchy and dominance of academies, through a period of inconsistent reforms and institutional "decoupling", to the modern challenges posed by war. The authors identify a significant gap in existing research, which, while describing individual components of the system, lacks a holistic tool for assessing its overall resilience. As a solution to this problem, the paper proposes a comprehensive framework concept based on adapting the McManus resilience scale to the specifics of scientific activity in conditions of armed conflict. The methodology is structured around four interconnected components: situational-crisis (threat awareness, operational planning), resource-adaptation (relocation, funding, digitalization), network-communication (international cooperation, internal linkages), and strategic-recovery (reorientation of research, reconstruction, future vision). For each component, a system of criteria and a 5-point Likert assessment scale has been proposed, enabling a transition from theoretical analysis to practical monitoring and diagnostics. The study holds significant applied potential by offering a tool for evidence-based state policy formulation aimed at enhancing the resilience of science not only in Ukraine but also in other countries experiencing profound crises. As prospects for further research, the authors outline the empirical validation of the methodology, comparative cross-country analyses, and the development of tools for proactive policy. The proposed framework paves the way for systematic monitoring and comparative analysis of the resilience of scientific systems, which is essential for formulating grounded and effective state policy in the face of global challenges and protracted instability.*

**Keywords:** *resilience, science system, assessment methodology, war adaptation, Ukraine, triple helix, McManus scale, science, R&D and innovation policy, economic development, open innovation ecosystem, recovery, management, effectiveness, managerial decision, strategic development.*

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Луценко Анастасія Олександрівна** — магістр, здобувачка, Навчально-науковий інститут "Каразінська школа бізнесу", вул. Мироносицька, 1, м. Харків, Україна, 61000; Інститут Макса Планка з Інновацій та Конкуренції, Німеччина; Anastasiia.Lutsenko@ip.mpg.de; ORCID: 0000-0003-1409-0820

**Родченко Володимир Борисович** — д-р екон. наук, проф., директор, Навчально-науковий інститут "Каразінська школа бізнесу", вул. Мироносицька, 1, м. Харків, Україна, 61000; rodchenko@karazin.ua; ORCID: 0000-0003-0298-4747; Scopus Author ID: 57205455121

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Lutsenko A. O.** — M. Sc., PhD Student; Karazin Business School, 1, Myronosytska Str., 61000, Kharkiv, Ukraine; Max Planck Institute for Innovation and Competition, Germany; Anastasiia.Lutsenko@ip.mpg.de; ORCID: 0000-0003-1409-0820

**Rodchenko V. B.** — D. Sc. in Economics, Professor, Director of the Karazin Business School, 1, Myronosytska Str., Kharkiv, Ukraine, 61000; rodchenko@karazin.ua; ORCID: 0000-0003-0298-4747; Scopus Author ID: 57205455121

Надійшла до редакції 06.12.2025