

Електронний журнал «Державне управління: удосконалення та розвиток» включено до переліку наукових фахових видань України з державного управління (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019).

Спеціальність – 281.

Державне управління: удосконалення та розвиток. 2024. № 6.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2156.2024.6.2>

УДК 351.861

А. Л. Помаза-Пономаренко,

д. держ. упр., старший дослідник, начальник наукового відділу проблем державної безпеки, Навчально-науково-виробничий центр Національного університету цивільного захисту України

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5666-9350>

Д. В. Тарадуда,

к. техн. н., доцент, заступник начальника кафедри організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт, Національний університет цивільного захисту України

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9167-0058>

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ Й ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ НИМИ

A. Pomaza-Ponomarenko,

Doctor of Sciences in Public Administration, Senior Researcher, Head of the Scientific Department for State Security Problems, Training Research and Production Centre of National University of Civil Protection of Ukraine

D. Taraduda,

PhD in Technical Science, Associate professor, Deputy Head of Department of Organization and Technical Support of Emergency Rescue Works, National University of Civil Protection of Ukraine

PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF CRITICAL INFRASTRUCTURE OBJECTS AND FEATURES OF THEIR MANAGEMENT

Виявлено, що характеристика складових і принципів побудови критичної інфраструктури, а також її взаємозалежностей впливають на властивості експлуатації такої інфраструктури в умовах імпульсної присутності й здатні призвести до ефекту саморуйнування (деструктивізму) об'єктів такої інфраструктури. Серед засад побудови критичної інфраструктури визначені загальні та спеціальні управлінські принципи (результативності, ефективності, науковості, централізованості тощо). Установлено, що зв'язки підсистем критичної інфраструктури можуть призводити до інфраструктурного деструктивізму, тобто мати інфраструктурне походження. Конкретизовано, що для України найбільш загрозованими є не внутрішні чинники, а зовнішні, як-то повномасштабна агресія РФ. Дії держави-агресора спрямовані на руйнування об'єктів енергетичної, соціальної, транспортної та іншої інфраструктури, значна частина яких входить до складу критичної інфраструктури (КІ). Чинники впливу або сприяють адаптованості функціонування об'єктів КІ, або роблять інфраструктуру не гнучкою. Уважаємо, що питання про значущість видів зв'язків у цьому процесі функціонування КІ (у межах «інфраструктурного середовища») вимагає ретельного вивчення та створення нового методологічного підходу. У цьому контексті запропоновано визначення терміноконструкції інфраструктурного середовища, що представляє собою структуру, яку можна описати з позиції унікальності характеристик, властивих даній структурі як самостійній системі, так і через характеристики інфраструктур, її складових. При цьому наполягається, що між елементами КІ та інфраструктурним середовищем відсутні чіткі межі. Таке середовище слід розглядати також з урахуванням положень теорії інституціоналізму. Вони дозволяють представити інфраструктурне середовище як сукупність факторів, умов та інститутів, що у підсумку забезпечують належне функціонування об'єктів КІ як у мирний час, так і в період невизначеності, або надзвичайного та воєнного стану. Серед цих інститутів виокремлено правові, соціальні, організаційні та ін.

It was found that the characteristics of the components and principles of construction of critical infrastructure, as well as its interdependencies, affect the properties of the operation of such infrastructure in conditions of impulsive presence and can lead to the effect of self-destruction (destructivism) of objects of such infrastructure. General and special management principles (effectiveness, efficiency,

scientificity, centralization, etc.) are defined among the principles of critical infrastructure construction. It has been established that connections of subsystems of critical infrastructure can lead to infrastructural destructiveness, that is, have an infrastructural origin. It is specified that the most threatening factors for Ukraine are not internal factors, but external factors, such as the full-scale aggression of the Russian Federation. The actions of the aggressor state are aimed at the destruction of energy, social, transport and other infrastructure facilities, a significant part of which is part of the critical infrastructure (CI). Factors of influence either contribute to the adaptability of the operation of CI objects, or make the infrastructure inflexible. We believe that the question of the significance of the types of connections in this process of CI functioning (within the "infrastructural environment") requires careful study and the creation of a new methodological approach. In this context, a definition of the term construction of the infrastructure environment is proposed, which is a structure that can be described from the standpoint of the uniqueness of the characteristics characteristic of this structure as an independent system, and through the characteristics of infrastructures, its components. At the same time, it is insisted that there are no clear boundaries between CI elements and the infrastructural environment. Such an environment should also be considered taking into account the provisions of the theory of institutionalism. They allow us to present the infrastructural environment as a set of factors, conditions and institutions, which ultimately ensure the proper functioning of CI facilities both in peacetime and in periods of uncertainty, or in states of emergency and war. Among these institutions, legal, social, organizational, etc. institutions are distinguished.

Ключові слова: *публічне управління, національна безпека, публічна безпека, цивільний захист, соціальна безпека, соціальний захист, надзвичайні ситуації, об'єкти критичної інфраструктури.*

Keywords: *public administration, national security, public safety, civil protection, social security, social protection, emergency situations, high-risk facilities, critical infrastructure facilities.*

Постановка проблеми. Критична інфраструктура – це один із ключових факторів соціально-економічного розвитку, забезпечення обороноздатності держави. Цей вид інфраструктури характеризують як комплекс

взаємопов'язаних обслуговуючих структур або об'єктів, що складають та забезпечують основу функціонування системи [2; 3; 5; 6]. Критична інфраструктура повинна забезпечувати задоволення найважливіших інтересів держави, суспільства та громадян, що може відбуватися в різних векторах. У цьому контексті набувають актуальності аспекти, пов'язані з визначенням принципів належної побудови критичної інфраструктури з метою вчасного попередження на них надзвичайних ситуацій. Система управління об'єктами критичної інфраструктури у своїй основі повинна мати потужний методологічний фундамент. Усе це визначає актуальність обраної проблематики дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості публічного управління у сфері цивільної безпеки є предметом дослідження В. Андронова, К. Белікова, Л. Берга, О. Бойко, А. Воденичарова, С. Калояннідіса, Е.Дж. Кіршнера, Н. Клименко, Ю. Ключки, О. Крюкова, О. Лещенко, П. Махортова, О. Подскальної, С. Потерійка, В. Терент'євевої, О. Твердохліба, В. Чжу, М. Хойтинк та ін. [6-11; 12].

Постановка завдання. Метою статті є визначення принципів побудови об'єктів критичної інфраструктури й особливостей управління ними.

Виклад основного матеріалу. Поняття «інфраструктура» є одним із ключових у розвитку різних сфер життя. При цьому «критична інфраструктура» це та категорія, довкола якої вибудовуються питання життєздатності всіх країн [2-4]. При цьому в основу визначення терміноконструкції «критична інфраструктура» закладено поняття «критичність». Даний висновок нами зроблено з огляду на напрацьований досвід Іспанії, у якій з 2007 року запроваджено методику оцінювання критичної інфраструктури саме за цим критерієм [14]. В Іспанії критичність визначається з урахуванням властивостей і функцій досліджуваного об'єкта критичної інфраструктури (далі – КІ). Як складові критичності виділяють: безпеку (надійність), результативність наслідків, можливість мінімізації ймовірності виникнення наслідків [там само].

Аналіз міжнародного досвіду побудови та функціонування об'єктів КІ

[10] показав, що під час реалізації означених процесів поширеним є використання системного та секторального підходів. Вони відзначаються характеристикою КІ: 1) на структурному рівні (через визначення елементів системи та зв'язків між ними); 2) на функціональному рівні (через чітке формулювання функцій КІ та її компонентів); 3) на макро рівні (через представлення КІ у вигляді єдиного цілого, що взаємодіє із зовнішнім середовищем, зокрема, інституційним); 4) на мікро рівні (через представлення КІ у вигляді сукупності взаємозалежних елементів).

Під час проведення дослідження щодо особливостей побудови КІ виявлено, що структура будь-якої КІ як системи описується крізь призму визначення її: 1) складності через кількість зв'язків; 2) внутрішньої структури – через кількість внутрішніх зв'язків; 3) відкритості (взаємодія із середовищем) – через число зовнішніх зв'язків; 4) стійкості – через загальне число взаємодій та інтенсивність взаємодії елементів (кількість зв'язків, що припадають однією елемент) [9].

Таким чином, у формалізованому вигляді, структуру КІ можна представити в такому вигляді: $F_{struct}=F(Pr, Vz, A)$, де Pr - безліч принципів побудови системи; Vz - безліч функцій, що реалізуються системою; A – безліч взаємозалежних структурних елементів.

Варто зазначити, що основні засади побудови системи задаються етапи проектування КІ. У міру дослідження КІ як системи, нами з'ясовано, що її структура може змінюватися. При цьому система може отримати новий функціонал або нові властивості, якщо при постійному кількісному її складі варіювати міжелементними зв'язками, які будуть якісними характеристиками системи. Щодо взаємодії із зовнішнім середовищем виділяють системи:

1) із постійною (статичною) структурою, що характеризуються незмінністю станів системи при зміні параметрів зовнішнього середовища;

2) із гнучкою структурою, що характеризуються здатністю пристосовуватися до зовнішніх умов за рахунок коригування властивостей елементів за сталості складу та структури системи;

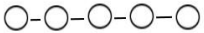
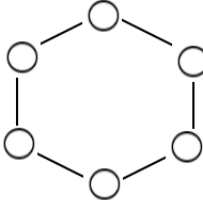
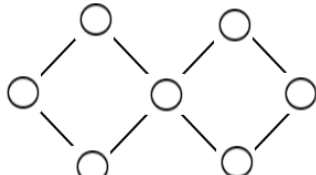
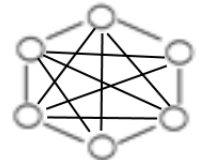
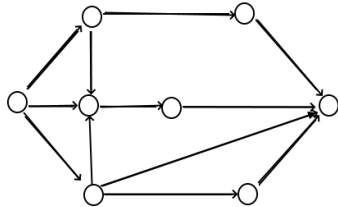
3) адаптивні, що функціонують за можливості зміни параметрів і структури на тлі умов зовнішнього середовища, що трансформуються.

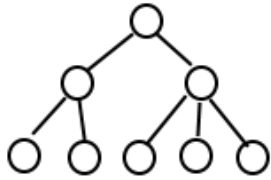
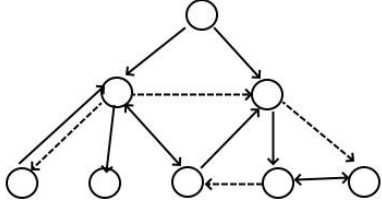

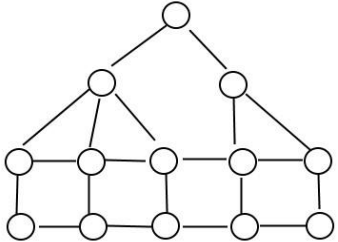
Таким чином, дослідження структури системи є одним із найважливіших етапів у дослідженні побудови структури КІ. Оскільки для системи структура є тим системоутворюючим і системоозберігаючим фактором, що передбачає збереження стійкості системи. Урахування положень фундаментальної науки дозволило визначити особливості побудови КІ як системи (табл. 1). Розвиток структури системи найчастіше супроводжується її зміною, появою нових властивостей та ін. Це необхідно враховувати при виборі рішень щодо управління розвитком систем КІ. При цьому залежно від типу структури системи ті чи інші її властивості можуть проявлятися по-різному. У табл. 1 представлена класифікація структур складних систем, що становить базис для характеристики властивостей побудови КІ.

За результатами дослідження поняття «критична інфраструктура» можна позначити такі властиві їй ознаки:

- захист прав та послуг;
- підтримка у сфері послуг;
- наявність партнерських відносин;
- облік особливостей сегмента;
- взаємозалежність елементів;
- інтерактивність;
- взаємозв'язок елементів.

Таблиця 1. Класифікація структурної побудови КІ

№ з/п	Вид структури	Опис	Особливості	Просторова характеристика
1	2	3	4	5
1	Лінійна структура	Кожен елемент пов'язаний із двома сусідніми	У разі відмови хоча б одного елемента (або зв'язку) уся структура КІ руйнується	
2	Кільцева структура	Замкнута система	Характерна для системотворчих мереж КІ	
3	Стільникова структура	Конструкція має форму стільників	Підвищується надійність КІ як системи. Приводить до збільшення вартості цієї системи	
4	Багатозв'язкова структура	Повний граф	Має максимальну надійність, а й максимальну вартість	
5	Мережева структура	Стійка система внутрішньо-системних ті зовнішніх зв'язків ієрархічних структур КІ як системи	Відображає декомпозицію системи у часі: порядок дії технічної системи, етапи управлінської діяльності	

1	2	3	4	5
6	Ієрархічна структура	Відображає декомпозицію системи КІ в просторі з наявністю підпорядкованості одних елементів іншим	Усі елементи цієї структури підсистеми та зв'язку існують одночасно	
6.1	Багаторівнева, змішана, з довільними зв'язками	Структури можуть мати будь-яку форму, створювати та порушувати різні структурні засади побудови системи	Характеризується різними принципами взаємовідносин елементів у межах рівня та правом втручання вищого рівня в організацію взаємовідносин між елементами нижчого рівня	
6.2	Зіркова	Структура КІ має центральний елемент, довкола якого розташовані всі інші	Частина відгалужень системи, що виходять із головного центру, також розгалужуються на кінцях	
7	Матричні структури	Структура КІ, у якій організаційні ланки формуються з урахуванням двох і більше одночасних ознак	Органічне поєднання двох основних типів управління КІ: лінійного та функціонального	

Джерело: складено на підставі [6-11; 13]

Уперше базова концепція комплексної взаємозалежності (Theory of Complex Interdependence), була сформульована Р. Кеохане та Дж. Найм у 1977 р [9; 12]. Це була реакція на ситуацію, в якій між учасниками міжнародних відносин устанавлюються множинні канали комунікації, ключові проблеми набувають комплексного (замість ієрархічного) характеру, вирішення питань переходить на рівень пошуку взаємних інтересів [там само]. Надалі проблема важливості взаємозалежностей була представлена в документі «Критичні основи: захист американських інфраструктур», доповідь Комісії президента США із захисту критичної інфраструктури (PCSSIP). Проте у цьому документі була відсутня методологія аналізу цього явища.

Елементи КІ безпосередньо пов'язані та взаємозалежні як фізично, так і за допомогою безлічі інформаційних та комунікаційних технологій (так званих, «кібернетичних систем») [13]. Те, що відбувається з однією інфраструктурою, може прямо чи опосередковано позначатися на іншій інфраструктурі, а також впливати на всі сфери суспільного життя [7]. Усе це ми спостерігаємо в Україні через повномасштабну агресію РФ, що спрямована на дестабілізацію стану експлуатації об'єктів КІ. Перебої у функціонуванні однієї інфраструктури (наприклад, електроенергетичної) можуть призвести до збоїв у роботі ключових галузей промисловості, до втрати продуктивності, а, відтак, до серйозних проблем безпеки і надійності функціонування КІ [там само].

У той же час, виявлення й аналіз таких взаємозалежностей є серйозною проблемою, яка посилюється складністю експлуатації КІ, а також великою кількістю факторів й умов. Групи факторів впливу можна подати у шестивимірній системі вимірювань «фактори впливу на роботу критичної інфраструктури». Шкали вимірів для опису взаємозалежностей КІ у цій системі включають технічні, економічні, ділові, соціальні/політичні, правові/нормативні чинники, і навіть чинники соціальної політики, здоров'я та безпеки(дет. про це див. [9; 12]).

Відповідно до табл. 1 може бути представлено класифікацію

інфраструктурних зв'язків у КІ таким чином:

- 1) за гнучкістю для реагування на умови або збої, що змінюються (слабкі, жорсткі);
- 2) за ступенем репрезентації (лінійні, складні);
- 3) щодо природи зв'язків (фізичні, кібернетичні, топологічні, логічні);
- 4) за видом взаємодії (взаємозв'язку, взаємозалежності) [11].

Для даного дослідження найбільший інтерес становлять зв'язки щодо взаємодії елементів у межах КІ як системи. Однак у цьому контексті слід визначитися з самою категорією. Так, під взаємозалежністю елементів (структур) варто розуміти стан, у якому жодна із пов'язаних структур неспроможна обійтися без іншої. На відміну від взаємозв'язку, взаємозалежні структури системи якимось чином впливають одна на одну. Характеристики взаємозалежних інфраструктур є найбільш багатограними та визначають стан пов'язаних структур у просторі та в часі, визначають ступінь їх можливої адаптації до умов динамічної поведінки системи.

Взаємозалежність інфраструктур – універсальний вид зв'язку, виходячи з різноманітності видів та сили зв'язків «інфраструктурних контактів». Однак дана універсальність на експлуатаційному рівні може створювати складнощі у зв'язку з можливою ненавмисною поведінкою та наслідками під час збоїв. Для дослідження взаємозалежностей у КІ, саму інфраструктуру слід розглядати як складну адаптивну систему, для дослідження якої необхідно виділити взаємопов'язані фактори та системні умови. Усі вони є складними наборами взаємодіючих компонентів. Спираючись на результати досліджень [9], можна розглядати КІ як складну адаптивну систему. Дану характеристику КІ як адаптивної системи (CAS) наведено у вчених А. Аксельрода, М. Д. Коена [6]. Автори слушно зазначають, що елементи КІ є частиною складної системи безпеки. При цьому, якщо в якості базового критерію використовувати нейромережевий аналіз, то можна говорити про те, що низка компонентів КІ можуть адаптуватися до можливих змін [6].

З точки зору CAS, критична інфраструктура – це сукупність

компонентів, що взаємодіють, і забезпечують певний синергетичний ефект. Це, з одного боку, призводить до додаткових складнощів, а з іншого – є емерджентною поведінкою та рисою CAS [8]. КІ можуть розглядатися як складні адаптивні системи з особливим ставленням та додатковими дослідженнями питання обмежень із суто централізованим управлінням (контролем) [там само]. У цих ситуаціях багатьох CAS знижується ефективність функціонування КІ. Відповідно до [9], один із ефективних способів дослідження CAS – це розгляд їх як сукупності взаємодіючих агентів [6], де агент – це об'єкт із певним розташуванням, можливостями та пам'яттю. Таким чином, їх можна розглядати як агенти, які взаємодіють один з одним у певному середовищі. Метрики, які описують стан агента, також можна розглядати як вихідні дані, і вхідні - для інших агентів [там само]. На наше переконання, можна виділити такі види залежностей:

1) прості залежності, тобто зв'язки між двома інфраструктурами, за допомогою яких стан однієї інфраструктури впливає або співвідноситься зі станом іншої. У цьому випадку виділяються підтримуючі та підтримувані інфраструктури;

2) взаємозалежності, тобто двоспрямовані зв'язки для багатьох інфраструктур.

Отже, КІ характеризується множинними зв'язками між інфраструктурами, складними та розгалуженими топологіями, складними відносинами між складовими КІ. Зміни в одному з елементів КІ зумовлює зміни в інших структурах. Аналіз поведінки однієї з інфраструктур необхідно розглядати з погляду поведінки інших КІ та факторів зовнішнього середовища. Термін «взаємозалежності» тут буде одним із показників універсальності та цілісності функціонування КІ [6-11; 13].

КІ функціонує в середовищі, яке називатимемо «інфраструктурне середовище». У свою чергу, «інфраструктурне середовище» представляє собою, так само, структуру, яку можна описати з позиції унікальності характеристик, властивих даній структурі як самостійній системі, так і через

характеристики інфраструктур, її складових. При цьому між елементами КІ та інфраструктурним середовищем відсутні чіткі межі. Таке середовище слід розглядати також з урахуванням положень теорії інституціоналізму. Вони дозволяють представити інфраструктурне середовище як сукупність факторів, умов та інститутів, що у підсумку забезпечують належне функціонування об'єктів КІ як у мирний час, так і в період невизначеності, або надзвичайного та воєнного стану. Серед цих інститутів можна виокремити правові, соціальні, організаційні та ін. [2; 12].

Важливо, що взаємозалежності збільшують ризик збоїв у роботі інфраструктур. Так, можна виділити такі класи збоїв в експлуатації КІ, пов'язані із взаємозалежністю: каскадні, ескалаційні, загальні причини. Дані види збоїв у функціонуванні КІ є унікальними для взаємозалежних її елементів. Так, для каскадного збою у функціонуванні КІ характерна поява збою в інфраструктурі внаслідок її взаємодії з підсистемою інфраструктури, що має збій. За наявності складної взаємозалежності проявляється ефект n-го порядку. Подання ескалації відмови виконується внаслідок посилення порушень у функціонуванні КІ внаслідок її взаємодії з іншими підсистемами інфраструктури, яка має збій. Відмова із загальної причини відбувається, коли взаємозалежні інфраструктури системи КІ порушуються одночасно з якоюсь загальною причиною (наприклад, стихійне лихо).

Висновки. Таким чином, характеристика складових і принципів побудови КІ, а також її взаємозалежностей впливають на властивості експлуатації такої інфраструктури в умовах імпульсної присутності й здатні призвести до ефекту саморуйнування (деструктивізму) КІ. Серед засад побудови критичної інфраструктури визначені загальні та спеціальні управлінські принципи (результативності, ефективності, науковості, централізованості тощо). Установлено, що зв'язки підсистем КІ можуть призводити до інфраструктурного деструктивізму, тобто мати інфраструктурне походження (генезу). У той же час, наполягається, що для України найбільш загрозливими є не внутрішні чинники, а зовнішні, як-то

повномасштабна агресія РФ. Дії держави-агресора спрямовані на руйнування об'єктів енергетичної, соціальної, транспортної та іншої інфраструктури, значна частина яких входить до складу КІ. Чинники впливу або сприяють адаптованості функціонування об'єктів КІ, або роблять інфраструктуру не гнучкою. Сукупність гнучких структур у складі КІ, на наш погляд, має добре реагувати на зміни в поведінці як факторів, що впливають, так на саму КІ або її складових, і продовжувати надавати необхідні послуги, ніж негнучка, жорстка система. Однак, питання про значущість видів зв'язків у цьому процесі функціонування КІ (у межах «інфраструктурного середовища») вимагає ретельного вивчення та створення нового методологічного підходу. У цьому контексті запропоновано визначення терміноконструкції інфраструктурного середовища, що представляє собою структуру, яку можна описати з позиції унікальності характеристик, властивих даній структурі як самостійній системі, так і через характеристики інфраструктур, її складових. При цьому наполягається, що між елементами КІ та інфраструктурним середовищем відсутні чіткі межі. Таке середовище слід розглядати також з урахуванням положень теорії інституціоналізму. Вони дозволяють представити інфраструктурне середовище як сукупність факторів, умов та інститутів, що у підсумку забезпечують належне функціонування об'єктів КІ як у мирний час, так і в період невизначеності, або надзвичайного та воєнного стану. Серед цих інститутів можна виокремити правові, соціальні, організаційні та ін.

Література

1. Помаза-Пономаренко А.Л. Вплив освітнього та соціального факторів на систему безпеки: попередження ситуацій надзвичайного та кризового характеру // Матеріали всеукраїнської наукової конференції «Освітній процес в умовах війни та у повоєнний період: виклики, правила, перспективи» (14.04.2024 р.). Львів: Liha-Pres, 2024. С. 242–246.
2. Помаза-Пономаренко А.Л., Тарадуда Д.В. Закордонний досвід забезпечення соціальної безпеки шляхом стійкого функціонування об'єктів

критичної інфраструктури та підвищеної небезпеки // Наука і техніка сьогодні. 2024. № 4 (32). С. 371-384.

3. Помаза-Пономаренко А.Л., Тарадуда Д.В. Забезпечення стійкості системи державного регулювання об'єктів підвищеної небезпеки // Державне управління: удосконалення та розвиток. 2024. № 4. URL: <https://www.nauka.com.ua/index.php/dy/article/view/3461>. (дата звернення 15.05.2024).

4. Помаза-Пономаренко А.Л., Тарадуда Д.В. Механізми забезпечення цивільної безпеки України: аспекти попередження НС на об'єктах військово-промислового комплексу // Публічне адміністрування та національна безпека. 2024. № 3 (44). URL: <https://www.inter-nauka.com/issues/administration2024/3/9732> (дата звернення 15.05.2024).

5. Помаза-Пономаренко А.Л., Тарадуда Д.В. Щодо забезпечення цивільної безпеки об'єктів військово-промислового комплексу України в умовах військових конфліктів // Матеріали IV Міжнародної наукової конференції «Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки» (18-19.04.2024 р., м. Тернопіль). С. 123–126.

6. Axelrod A., Cohen M.D. Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier. New York: Free Press. 1999. P. 32–61.

7. Behr P., Booth W. Hot, dark summer ahead for California: Drought worsens power crunch, senators told // The Washington Post. 2001. Feb. 1. Pp. 101.

8. Bonabeau E. Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems // PNAS. 2002. Vol. 99. Pp. 7280–7287.

9. Miroljub K. and Mora M. The Systems Approach View from Professor Andrew P. Sage: An Interview // Journal of Information Technologies and the Systems Approach. 2008. vol. 1(2), pp. 86–90.

10. Klaver M.H.A., Luijff H.A.M., Nieuwenhuijs A.H., Cavenne F., Ulisse A., Bridegeman G. European risk assessment methodology for critical infrastructures // 2008 First International Conference on Infrastructure Systems and Services: Building Networks for a Brighter Future, IEEE, Piscataway, New Jersey, USA, 10-12 November 2008, pp. 1–5.

11. Perrow C. Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies. New

York: Basic Books, 1984. P. 89–100.

12. Pomaza-Ponomarenko A., Taraduda D., Leonenko N., Poroka S., Sukhachov M. Ensuring the safety of citizens in times of war: aspects of the organization of civil defense // *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*. 2024. Vol. 14. Issue 1. Pp. 216–220.

13. Rinaldi S.M., Peerenboom J.P., Kelly T.K. Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies // *IEEE Control Systems Magazine*. 2001. Vol. 21. Iss. 6. P. 11–25.

14. The Spanish Security Strategy 2011. Everyone's Responsibility. Gobierno de Espana. URL: <https://publications.hse.ru/en/chapters/78410684> (Accessed 15 May 2024).

References

1. Pomaza-Ponomarenko, A.L. (2024), “The influence of educational and social factors on the security system: prevention of emergency and crisis situations”, *Zbirka dopovidej na Vseukrayins'koyi naukovoyi konferentsii* [All-Ukrainian scientific conference], National University, Lviv, Ukraine, pp. 242–246.

2. Pomaza-Ponomarenko, A.L. and Taraduda, D.V. (2024), “Foreign experience of ensuring social security through the sustainable functioning of critical infrastructure objects and increased danger”, *Nauka i tekhnika s'ohodni*, vol. 4, pp. 371–384.

3. Pomaza-Ponomarenko, A.L. and Taraduda, D.V. (2024), “Ensuring the stability of the system of state regulation of increased danger facilities and critical infrastructure facilities”, *Derzhavne upravlinnya: udoskonalennya ta rozvytok*, vol. 4. available at: <https://www.nayka.com.ua/index.php/dy/article/view/3461> (Accessed 15 May 2024).

4. Pomaza-Ponomarenko, A.L. and Taraduda, D.V. (2024), “Mechanisms for ensuring civil security of Ukraine: aspects of emergency prevention at the facilities of the military-industrial complex”, *Publichne administruvannya ta natsional'na bezpeka*, vol. 3 (44), available at: <https://www.inter-nauka.com/issues/administration2024/3/9732> (Accessed 15 May 2024).

5. Pomaza-Ponomarenko, A.L. and Taraduda, D.V. (2024), “Regarding the

provision of civilian security of the objects of the military-industrial complex of Ukraine in the conditions of military conflicts”, *Zbirka dopovidej na Mizhnarodnij naukovij konferentsii* [Conference Proceedings of the International Scientific Conference], National University, Ternopil, Ukraine, pp. 123–126.

6. Axelrod, A. and Cohen, M.D. (1999), *Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier*, Free Press, New York, USA.

7. Behr, P. and Booth, W. (2001), “Hot, dark summer ahead for California: Drought worsens power crunch, senators told”, *The Washington Post*, vol. 1, p. 101.

8. Bonabeau, E. (2002), “Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems”, *PNAS*, vol. 99, pp. 7280–7287.

9. Miroljub, K. and Mora M. (2008), “The Systems Approach View from Professor Andrew P. Sage: An Interview”, *Journal of Information Technologies and the Systems Approach*, vol. 1(2), pp. 86–90.

10. Klaver, M.H.A., Luijff, H.A.M., Nieuwenhuijs, A.H., Cavenne, F., Ulisse, A. and Bridegeman, G. (2008), “European risk assessment methodology for critical infrastructures”, *2008 First International Conference on Infrastructure Systems and Services: Building Networks for a Brighter Future*, IEEE, Piscataway, New Jersey, USA, 10-12 November, pp. 1–5.

11. Perrow, C. (1984), *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*, Basic Books, New York, USA.

12. Pomaza-Ponomarenko, A., Taraduda, D., Leonenko, N., Poroka, S. and Sukhachov, M. (2024), “Ensuring the safety of citizens in times of war: aspects of the organization of civil defense”, *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, vol. 14, issue 1, pp. 216–220.

13. Rinaldi, S.M., Peerenboom, J.P. and Kelly, T.K. (2001), “Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies”, *IEEE Control Systems Magazine*, vol. 21, issue 6, pp. 11–25.

14. The Spanish Security Strategy (2011), “Everyone’s Responsibility. Gobierno de Espana”, available at: <https://publications.hse.ru/en/chapters/78410684> (Accessed 15 May 2024).

Стаття надійшла до редакції 15.05.2024 р.