

**Volodymyr Kulyk**  
*Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Economic  
and Mathematical Modeling, Information and Analytical Support  
of Financial and Economic Research*

**Кулик В.В.**  
*к.е.н., завідувач відділу економіко-математичного моделювання  
та інформаційно-аналітичного забезпечення  
фінансово-економічних досліджень  
Науково-дослідного фінансового інституту  
Державної науково-навчальної установи  
«Академія фінансового управління»*

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-295-1-61>

## **PECULIARITIES OF ANALYSIS AND MODELING OF CRITICAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT PROCESSES**

### **ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

Під критичною інфраструктурою (КІ) розуміють певну систему об'єктів (підприємств, галузей економіки, видів економічної діяльності, інфраструктурних елементів економіки), функціонування і життєдіяльність яких є надважливою для економіки і суспільства, безпечного розвитку. Національне законодавство визначає сектори КІ [1], які є об'єктом для аналізу, управління, захисту, розвитку. В Україні визначено 17 секторів КІ, в США – 16 [2].

Постає цілком практична задача аналізу та управління процесами розвитку КІ, застосування різних методів аналізу та моделювання щодо такої інфраструктури. Практичним прикладом поєднаних критичних об'єктів є галузі економіки, взаємопов'язане функціонування яких дано в таблиця витрат-випуск [3]. Галузеві класифікації та класифікації секторів КІ головним чином співпадають.

В Канаді для управління секторами критичної інфраструктури застосовують ризик-менеджмент [4]. Аналіз ризиків дозволяє [4]: краще розуміти слабкі сторони (вразливості) сектора; отримати більше інформації про наслідки або ймовірність прийняття рішень; краще розуміти ризик для управління планами пом'якшення; краще розуміти прогалини у знаннях; краще розуміти залишковий ризик (ризик, який залишається після зусиль зі зменшення ризику); дає краще розуміння толерантності прийняття цього ризику.

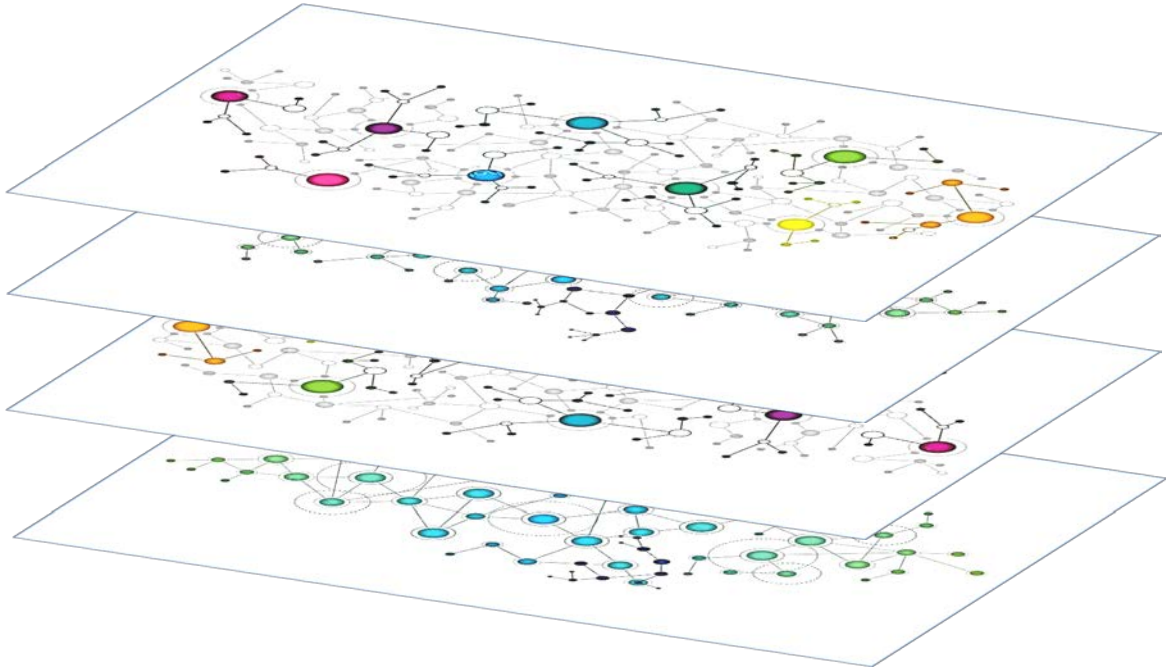
Критичні інфраструктури взаємозалежні – характеризуються міжгалузевими зв'язками та територіальним розміщенням об'єктів критичної інфраструктури (рис. 1).

Національну економіку слід розглядати як КІ, де об'єктами КІ є галузі, види економічної діяльності, сектори економіки, групи товарів і послуг. Тоді для моделювання таких структур може бути застосований добре розроблений модельний апарат «витрати-випуск» [5].

Агреговані модель «витрати-випуск» можуть бути використані для аналізу і моделювання процесів розвитку критичної інфраструктури [6-8].

За умов відносної стабільності процеси розвитку інфраструктури можуть бути оцінені за допомогою статистичних методів. Статистичні методи дозволяють визначити волатильність (змінюваність) ознак об'єкту аналізу, і таким чином, ризики пов'язані з цим об'єктом. Так аналіз прямих витрат (матриці А) економіки України

впродовж 2000-2017 рр. проведено за допомогою статистичних методів [9], зокрема таких показників як середні, стандартні відхилення, коефіцієнти варіації, максимальні значення за період спостереження, мінімальні значення за період спостереження, варіації, відносні варіації, значущість трендів, коефіцієнти детермінації, нахил, перетини трендів, прогноз на 2019 р. Аналогічний підхід може бути застосований і щодо матриці фінансових потоків [10].



**Рис. 1. Інфраструктури, які характеризуються територіальним розміщенням (енергетична, аграрна, транспортна, освітня, медична, цивільна, військова, безпекова й ін.)**

Пріоритетними для уряду будуть три галузі, що формують військову, енергетичну та продовольчу безпеку [11]. Крім того, в Україні відновлення і модернізації потребують 14 кластерів інфраструктури [12], а саме зруйнована інфраструктура, житлова інфраструктура, адміністративні будівлі, освітня інфраструктура, медична інфраструктура, спортивна інфраструктура, благоустрій, електро- та інші мережі, дорожня інфраструктура, комунальний транспорт, аеропорти, залізнична інфраструктура, безпека, спецпроекти-меморіали.

Виділені галузі слід розглядати як критичні для всієї системи – вони складають критичну інфраструктуру, яка включає умовно «виробників» і «споживачів» продукції вказаних галузей.

У зв'язку з цим становить інтерес розгляд вказаних галузей в контексті всіх галузей економіки (таблиця «витрати-випуск» [13], система балансів національної економіки [14]) та проведення аналізу і моделювання сценаріїв, проведення аналізу чутливості та ін.

Оцінка ризиків розвитку критичної інфраструктури в Україні потребує конкретизації – застосування офіційної статистичної звітності, міжнародно визнаних стандартів фінансової і статистичної звітності, включаючи класифікацію галузей та їх належність до критичної інфраструктури. Це необхідно для проведення порівнянь в часі і просторі, оцінки динаміки і можливих наслідків, побудови моделей оцінки тих чи інших чинників на галузі, зокрема критичні галузі економіки.

Знання особливостей моделей дозволяє використовувати їх в процесах вивчення та моделювання економічних процесів, прогнозування взаємозалежностей.

Наприклад, знання про лінійність моделі «витрати-випуск» дозволяє наперед визначати зміни галузевих показників ВВП та Випуску, знаючи зміни кінцевих споживчих витрат за елементами. Моделювання прямих і обернених зв'язків на основі агрегованої моделі Леонтєва (три-галузевої) на конкретному прикладі приведено в [7].

Національну економіку доцільно розглядати як галузеву, виробничу, економічну й ін. інфраструктури, які мають критично важливе значення для безпеки суспільства і його життєдіяльності. Аналіз та моделювання такої інфраструктури слід здійснювати за допомогою моделі «витрати-випуск». Дослідження процесів розвитку критичної інфраструктури потребує застосування апробованих інструментів аналізу і моделювання, підготовленої економіко-статистичної інформації, де галузеві класифікації кореспондуються з класифікаціями секторів критичної інфраструктури.

### Література:

1. Закон України «Про критичну інфраструктуру» № 1882-IX від 16 листопада 2021 року.
2. Critical infrastructure sectors. URL: <https://www.cisa.gov/critical-infrastructure-sectors>.
3. Таблиця «витрати – випуск» України за 2019 рік в основних цінах: стат. зб. Київ : Держстат. України, 2021. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Risk Management Guide for Critical Infrastructure Sectors. Public Safety Canada. <https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/rsk-mngmnt-gd/rsk-mngmnt-gd-eng.pdf>.
5. Handbook on Supply and Use Tables and Input-Output Tables with Extensions and Applications. United Nations, New York, 2018.
6. Кулик В.В. Критична інфраструктура в системі виробничих і фінансово-економічних взаємозв'язків «витрати-випуск». *Фінанси України*. 2021. № 6. С. 89-108.
7. Кулик В.В. Валовий внутрішній продукт і критична інфраструктура. *Наукові праці НДФІ*. 2021. № 2. С.25-43.
8. Кулик В.В. Деякі аспекти аналізу та моделювання процесів розвитку критичної інфраструктури. *Наукові праці НДФІ*. 2022. № 4. С. 53-64.
9. Ястремський О.І., Кулик В.В. Волатильність структури міжгалузевих зв'язків економіки України. *Економіка і прогнозування*. 2020. № 2. С. 61-79.
10. Ястремський О.І., Кулик В.В. Волатильність структури фінансових потоків економіки України. *Наукові праці НДФІ*. 2020. № 2. С. 24-34.
11. Військова, енергетична та продовольча безпека – три галузі, які будуть пріоритетними для уряду, – Шмигаль 27 квітня 2022. URL: <https://espresso.tv/viyskova-energetichna-ta-prodovolcha-bezpeka-tri-galuzi-yaki-budut-prioritetnimi-dlya-uryadu-shmigal>.
12. Країна з новим баченням, без радянщини: в ОП сформували 14 кластерів інфраструктури, що потребують відновлення. 28 квітня 2022 р. URL: <https://espresso.tv/kraina-z-novim-bachennyam-bez-radyanshchini-v-op-sformuvali-14-klasteriv-infrastrukturi-shcho-potrebuu>.
13. Кулик В.В. Схема «витрати-випуск» економіки Японії : Системний аналіз та моделювання міжгалузевих зв'язків економіки України. *Фінанси України*. 2022. № 3. С. 53-75.
14. Кулик В.В. Моделювання фінансового забезпечення розвитку критичних об'єктів інфраструктури. *Фінанси України*. 2021. № 11. С. 103-126.