



УДК 517.9

К.Л. АТОЄВ

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: *konstantin_atoyev@yahoo.com*.

П.С. КНОПОВ

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: *knopov1@yahoo.com*.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ДЛЯ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ¹

Анотація. Розроблено математичні моделі для дослідження вразливості критичної інфраструктури (КІ), які дають змогу оцінити ймовірність вибору цілі для атаки на КІ, ймовірність того, що здійснений напад буде успішним, а також обсяги людських та матеріальних втрат, завданих атакою. Оцінювання ризиків здійснено за допомогою шести-секторної моделі Лоренца зі змінюваними коефіцієнтами, яка об'єднує в єдиній структурі описані в однаковий спосіб сектори економіки, кожен з яких розглянуто в термінах рівнів продуктивності, кількості робочих місць і структурних порушень. У цій моделі також використано методи теорії гладких функцій, що дає змогу прогнозувати кризові явища, вибирати стратегії гарантування заданого рівня безпеки КІ, досліджувати виникнення режимів зі швидкими стрибкоподібними її змінами, ранжувати рівні різних типів загроз і визначати слабкі ланки, які суттєво впливають на формування нестійкості та деформації простору безпеки.

Ключові слова: модель Лоренца, математичне моделювання, модель критичної інфраструктури, детермінований хаос, оцінювання ризику.

ВСТУП

Глобальні зміни, що сталися протягом останніх десятиліть, суттєво деформували простір світової безпеки у різних його вимірах — техногенному, економічному, екологічному, соціальному. Водночас значно зросла вразливість критичної інфраструктури (КІ) — об'єктів, систем, мереж або їхніх частин, порушення функціонування або руйнування яких має найсерйозніші наслідки для економічного розвитку країни та істотно впливає на рівень гарантування національної безпеки. Відповідно до Директиви 2022/2557 Європейського Союзу від 25 липня 2023 р. щодо стійкості критичної інфраструктури та Закону ЄС про штучний інтелект (ШІ) від 12 липня 2024 р. до об'єктів критичної інфраструктури віднесено: 1) енергетичний сектор (підсектори: електроенергія, централизоване опалення та охолодження, галузі нафти, газу та водню); 2) транспортний сектор (підгалузі: автомобільний, повітряний, залізничний, морський, громадський транспорт); 3) банківський сектор; 4) сектор інфраструктури фінансового ринку; 5) галузь охорони здоров'я; 6) сектор питної води; 7) сектор водовідведення; 8) сектор цифрової інфраструктури; 9) сектор державного управління;

¹Роботу виконано в межах наукового проєкту НАН України та Міжнародного інституту прикладного системного аналізу (Австрія) № 0122U00052 та проєкту НАН України № 0125U000695.