

W kontekście europejskim istotną rolę odgrywają polityki bezpieczeństwa Unii Europejskiej oraz współpraca w ramach NATO. Instytucje te wspierają rozwój standardów operacyjnych oraz wymianę informacji między państwami członkowskimi [1].

Cyfryzacja umożliwi również rozwój systemów predykcyjnych, które pozwalają na identyfikację potencjalnych zagrożeń oraz zapobieganie przestępczości. Wykorzystanie danych w czasie rzeczywistym zwiększa efektywność działań prewencyjnych [2].

Jednocześnie transformacja cyfrowa wiąże się z licznymi wyzwaniem, w tym zagrożeniami cybernetycznymi, koniecznością ochrony danych oraz potrzebą ciągłego doskonalenia kompetencji cyfrowych funkcjonariuszy [3].

Podsumowując, cyfrowa transformacja polityki organów ścigania stanowi kluczowy element zwiększania bezpieczeństwa publicznego oraz skuteczności działań policji w warunkach współczesnych zagrożeń [4].

References

1. European Commission. Digital Strategy.
2. OECD. Digital Government Review.
3. NATO. Emerging and Disruptive Technologies
4. Polish Police Reports on Crisis Management.

УДК 621.039.586

Алілуйко С., канд. пед. наук, ст. н. с.

Наукова установа «Тернопільський інститут наукових досліджень», Україна

Габрусєва Н., доктор філософії у галузі Освіта/Педагогіка, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЯДЕРНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ: ТРАНСФОРМАЦІЯ РИЗИКІВ ТА НОВІ ВИКЛИКИ

Анотація. Проаналізовано трансформацію підходів до розуміння ядерної безпеки в умовах повномасштабної війни в Україні. Показано, що сучасні загрози формуються внаслідок поєднання військових, інфраструктурних, екологічних і геотехнічних факторів, які взаємно підсилюють один одного. Обґрунтовано недостатність традиційних і міжнародно-правових механізмів реагування на довготривалі воєнні ризики для ядерної інфраструктури. Наголошено на необхідності міждисциплінарного підходу до оцінки ядерної безпеки з урахуванням комплексної природи сучасних загроз.

Ключові слова: ядерна безпека; війна в Україні; радіаційні ризики; ядерна інфраструктура.

Aliluiko S., Ph.D. (Ped.), Sr. Res.

Scientific Institution «Ternopil Institute of Scientific Research», Ukraine

Habrusieva N., Ph.D. (Ped.), Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

NUCLEAR SAFETY IN ARMED CONFLICT: TRANSFORMATION OF RISKS AND NEW CHALLENGES

Abstract. This article analyzes the transformation of approaches to nuclear safety under the conditions of the full-scale war in Ukraine. It demonstrates that contemporary threats arise from the combined effect of military, infrastructural, environmental, and geotechnical factors, which mutually reinforce one another. The study highlights the inadequacy of traditional and international legal mechanisms for responding to long-term wartime risks affecting nuclear infrastructure. It emphasizes the need for a multidisciplinary approach to nuclear safety assessment, taking into account the complex and interdependent nature of modern threats.

Keywords: nuclear safety; war in Ukraine; radiological risks; nuclear infrastructure.

Війна в Україні якісно трансформувала уявлення про радіаційну безпеку. Ядерна інфраструктура вперше стала об'єктом тривалих системних нападів з боку російської федерації. Сьогодні ризики формуються не лише через можливі технічні відмови, а через цілеспрямовані багатовекторні військові загрози. З початку ери ядерної енергетики з 1955 року було здійснено близько 40-а військових нападів на ядерні об'єкти. Більшість з них (22) відбулися під час російської військової агресії в Україні. Ціллю були об'єкти в Чорнобилі та Запоріжжі [1].

Ключовою особливістю поточної ситуації з ядерними загрозами в Україні є одночасне накладання кількох взаємопов'язаних класів потенційних небезпек, які підсилюють одна одну. Військові загрози, зокрема обстріли, окупація об'єктів і диверсійна діяльність створюють прямий тиск на ядерну інфраструктуру та порушують нормальні режими її функціонування. У свою чергу, це провокує інфраструктурні збої, такі як втрата зовнішнього енергопостачання або порушення систем охолодження, що є критичними для безпечної експлуатації ядерних об'єктів. До цього додаються екологічні чинники, зокрема наслідки руйнування гідротехнічних споруд, які змінюють водний баланс територій, впливають на доступність ресурсів для охолодження та спричиняють довготривалі деградаційні процеси в навколишньому середовищі. Паралельно проявляються геотехнічні ризики, такі як нестабільність ґрунтів, їх просідання або розрідження під впливом динамічних навантажень і змін гідрогеологічних умов, що може негативно позначатися на стійкості споруд і інженерних систем.

У сукупності ці фактори формують ефект синергії наслідків, за якими сумарний ризик значно перевищує просту суму окремих загроз. Саме така взаємодія створює принципово нову ситуацію, яка раніше практично не враховувалася у міжнародних підходах до забезпечення ядерної безпеки, орієнтованих переважно на ізольовані сценарії аварій або окремі типи загроз.

Традиційна модель забезпечення ядерної безпеки формувалася в умовах мирного часу і була орієнтована передусім на запобігання та реагування на локальні техногенні аварії (відмови обладнання, помилки персоналу або природні катастрофи). Вона передбачає контрольоване середовище, де діють стандартизовані протоколи, стабільні системи енергозабезпечення та чітку ієрархію управління. Натомість ситуація довготривалої війни високої інтенсивності в Україні руйнує ці базові передумови: інфраструктура зазнає систематичних пошкоджень, персонал працює під тиском або обмеженнями, а ризики виникають не як виняткові події, а як постійний фон функціонування об'єктів. У таких умовах традиційні підходи виявляються недостатніми, оскільки вони не враховують тривалий, комплексний і навмисний характер загроз.

Міжнародні правові та інституційні механізми, покликані гарантувати безпеку ядерних об'єктів, мають переважно декларативний і нормативний характер (напр. Додатковий протокол I до Женевських конвенцій 1977 р., який є базовою частиною міжнародного гуманітарного права і встановлює принципи захисту цивільних об'єктів під час війни [2]). Встановлюються заборони, принципи та стандарти, однак не передбачаються ефективні інструменти їх примусового забезпечення в умовах активних бойових дій. Відсутність механізмів оперативного втручання, санкціонованого контролю або реального стримування означає, що навіть очевидні порушення можуть залишатися без належної реакції або мати обмежені наслідки для сторони, яка їх здійснює. У результаті формується суттєвий розрив між задекларованими нормами міжнародного права та реальними можливостями їх реалізації на практиці. Хоча існують чіткі положення щодо неприпустимості атак на ядерні об'єкти, війна в Україні демонструє, що ці норми не завжди здатні запобігти ризиковій поведінці або гарантувати безпеку. Це свідчить про необхідність переосмислення існуючих підходів і створення нових механізмів, які поєднували б правові, інституційні та практичні інструменти забезпечення ядерної безпеки в умовах воєнних загроз.

Особливо важливим є розуміння того, що загроза визначається не лише станом діючих реакторів, а і обсягом уже накопичених радіоактивних матеріалів, які зберігаються на

об'єктах. За десятиліття експлуатації атомної енергетики сформувалися значні запаси відпрацьованого ядерного палива, що містять велику кількість довгоживучих радіонуклідів. У разі порушення умов їхнього безпечного зберігання ці матеріали можуть стати джерелом масштабного радіологічного забруднення, потенційно співмірного або навіть більшого, ніж наслідки відомих ядерних аварій. Активні зони реакторів зазвичай мають багаторівневі системи захисту (міцні герметичні оболонки, системи аварійного охолодження та інші інженерні бар'єри). Натомість системи зберігання відпрацьованого палива, особливо басейни витримки, є значно менш захищеними. Вони часто не мають повноцінних герметичних оболонок і критично залежать від безперервного охолодження та стабільного енергопостачання. У разі його втрати можливе перегрівання палива, пошкодження оболонок паливних елементів і, як наслідок, викид радіоактивних речовин у довкілля. Додаткову вразливість створює інфраструктура, яка забезпечує функціонування цих систем (електромережі, водопостачання, системи моніторингу та управління). Навіть без прямого ураження самих сховищ їх вихід з ладу може призвести до критичних наслідків. Таким чином, у сучасних умовах саме ці елементи стають «слабкою ланкою» у системі ядерної безпеки. Ризик зміщується від традиційного уявлення про аварію на реакторі до сценаріїв, пов'язаних із втратою контролю над уже накопиченими радіоактивними матеріалами. Це вимагає переорієнтації підходів до безпеки з фокусом не лише на запобігання аваріям, а й на захист і стабільність систем зберігання та їх інфраструктурного забезпечення.

Навіть непрямі події (як-от руйнування гідроспоруд) здатні створювати ланцюгові ризики, які в підсумку впливають на ядерну безпеку. Це означає, що межі самої категорії «ядерна безпека» суттєво розширюються і стають міждисциплінарними. Вона вже не може розглядатися виключно в межах інженерно-технічних підходів, а потребує інтеграції знань із суміжних сфер – екології, гідрології, геології, енергетики, безпекових студій, права та навіть соціальних наук. Такий підхід дозволяє враховувати комплексні взаємозв'язки між природними процесами, техногенними системами та людським фактором, а також більш адекватно оцінювати і прогнозувати багаторівневі ризики в умовах сучасних загроз.

Джерела та література

1. Dolin V., Yakovlev Ye., Zabulonov Yu., Kopylenko O., Charnyi D., Orlov O., Stetsenko D. Wartime nuclear safety and security challenges of spent fuel storage in Ukraine. Progress in Nuclear Energy. 2026, Vol. 197, 106404. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2026.106404>.

2. До питання правового аналізу дій росії на ядерних об'єктах України. Разумков Центр. URL: https://razumkov.org.ua/statti/do-pytannia-pravovogo-analizu-dii-rosii-na-iadernykh-objektakh-ukrainy?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 17.04.2026)

УДК 502/504

Зварич Н., канд. техн. наук, доц.; Пилипець О., канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ В УКРАЇНІ В РЕЗУЛЬТАТІ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ РФ

***Анотація.** Розглянуто питання поведження з відходами в Україні, особливості утворення відходів в результаті військової агресії РФ, наведено основні групи військових відходів за походженням, принципи та основні шляхи поведження з військовими відходами.*

***Ключові слова:** поведження з відходами, військові відходи, агресія РФ.*

Zvarych N., Ph.D. (Eng.), Assoc. Prof.; Pylypets O., Ph.D. (Eng.), Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine