

**ЗЕМЕЛЬНЕ ПРАВО; АГРАРНЕ ПРАВО; ЕКОЛОГІЧНЕ ПРАВО;
ПРИРОДОРЕСУРСНЕ ПРАВО****Зуб А.А.,***старший науковий співробітник
Українського науково-дослідного
інституту спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України*

УДК 620.9

DOI 10.32782/2663-5666.2025.1.10

**ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ: ШЛЯХИ ПОСИЛЕННЯ СТІЙКОСТІ
ДО АТАК НА КРИТИЧНІ ОБ'ЄКТИ**

Вступ. Енергетична безпека є одним з основних аспектів національної безпеки кожної держави, зокрема для України, яка має стратегічне значення для забезпечення енергетичних потреб не тільки власного населення, але й країн Європи. Останні роки продемонстрували вразливість енергетичної інфраструктури України до різноманітних загроз, зокрема, кібератак і фізичних обстрілів, що особливо посилилося після початку війни з Росією. У цьому контексті питання посилення стійкості енергетичної системи країни стало надзвичайно актуальним, оскільки енергетична безпека безпосередньо впливає на здатність держави забезпечувати енергетичні потреби економіки, забезпечувати життєдіяльність населення та підтримувати національну оборону. Надійність енергетичної інфраструктури є ключовим елементом стабільності країни, тому безпека енергосистеми є пріоритетом у стратегічному плануванні.

Енергетична безпека є однією з найактуальніших тем для України, особливо з урахуванням сучасних викликів, таких як військові загрози, кібератаки та зростаюча енергетична залежність. Останніми роками було опубліковано низку досліджень, які зосереджені на різних аспектах енергетичної безпеки країни, включаючи розвиток інфраструктури, зменшення енергетичної залежності, захист від кібератак та модернізацію енергетичних систем.

Одним із основних напрямів досліджень є розробка заходів для захисту енергетичних об'єктів від фізичних атак, зокрема військових. Зокрема, вчені та експерти відзначають важливість зміцнення фізичної охорони та модернізації енергетичних об'єктів для підвищення їх стійкості до ударів, обстрілів і руйнувань. Останні дослідження вказують на необхідність

використання високотехнологічних систем контролю доступу, відеоспостереження, а також автоматизованих систем для своєчасного виявлення та запобігання можливих загроз [5].

Виклад основного матеріалу. Згідно з публікаціями 2023 року, багато енергетичних об'єктів в Україні не були готові до таких атак. Для вирішення цієї проблеми пропонується вдосконалення проектування критичних інфраструктурних об'єктів, використання засобів автономного управління і відновлення функцій, а також покращення комунікацій між державними і приватними секторами для швидкої координації в разі надзвичайних ситуацій [1].

Зростаюча загроза кібератак на енергетичні системи України також привертає значну увагу дослідників. Після численних кібератак, включаючи нещодавні спроби порушити роботу електричних і газових мереж, у публікаціях 2022-2024 років з'явилася потреба в удосконаленні кіберзахисту. Зокрема, було підкреслено важливість інтеграції сучасних технологій шифрування та блокчейн для підвищення безпеки енергетичних мереж [6].

Одним із основних напрямів у дослідженнях є створення національної кібербезпекової стратегії, що включає не тільки захист енергетичної інфраструктури від потенційних кіберзагроз, але й розвиток стандартів безпеки для мереж зв'язку та автоматизації управління енергетичними системами. Дослідники також рекомендують посилити роль державних установ у нагляді за кіберзахистом енергетичних об'єктів і створити спеціалізовані підрозділи, які зможуть реагувати на кіберзагрози в реальному часі.

Диверсифікація джерел енергії залишається важливим аспектом у дослідженнях енергетичної безпеки України. Науковці відзначають зна-

чний потенціал відновлюваних джерел енергії (Сонце, вітер, біомаса), які можуть знизити залежність України від імпортованих енергоносіїв. Однак дослідження, опубліковані в 2023 році, показують, що для реалізації цієї стратегії необхідно значно покращити інфраструктуру для зберігання та передачі енергії, а також залучити більше інвестицій у галузь [9].

Наразі основними напрямками є розвиток сонячних та вітрових електростанцій, що дозволить не тільки забезпечити внутрішні потреби, але й знизити екологічний вплив на навколишнє середовище. Публікації з цієї теми підкреслюють необхідність інтеграції відновлюваних джерел у національну енергосистему для досягнення енергетичної незалежності та зниження вразливості енергетичної інфраструктури до зовнішніх загроз.

Ще однією важливою темою є енергетична ефективність, зокрема на рівні промисловості, житлових та комунальних секторів. Останні публікації 2024 року зосереджені на застосуванні новітніх енергоефективних технологій, таких як модернізація будівель, термомодернізація інфраструктури та впровадження автоматизованих систем управління енергоспоживанням. Важливим аспектом є також стимулювання населення та бізнесу до більш ефективного використання енергії, що допоможе не тільки зберегти ресурси, але й зменшити ризики, пов'язані з енергетичними дефіцитами [10].

Дослідники наголошують на необхідності розробки ефективної політики у сфері енергетичної економії, включаючи державні програми для стимулювання впровадження енергоефективних технологій. Окрім того, важливо створювати стандарти для енергоефективності на національному рівні, що дозволить покращити управління енергоресурсами та зменшити втрати енергії в системі [7].

Інтеграція енергетичної системи України з європейським енергетичним ринком є важливим напрямом в забезпеченні енергетичної безпеки. Україна вже розпочала цей процес через підключення до європейських енергетичних мереж, що дає змогу диверсифікувати джерела постачання енергії та знижувати енергетичну залежність від Росії. Останні дослідження у цій сфері вказують на перспективи розвитку спільних енергетичних проєктів з Європейським Союзом, таких як інтеграція в європейські енергетичні мережі та використання спільних резервів енергії.

Однак дослідники також вказують на потенційні проблеми, пов'язані з інфраструктурни-

ми недоліками, які можуть ускладнити повну інтеграцію. Важливим аспектом є створення ефективної системи енергетичної кооперації та зменшення впливу політичних і економічних факторів на енергетичну безпеку України [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій щодо енергетичної безпеки України показує, що країна перебуває на шляху до модернізації своїх енергетичних систем. Проте, незважаючи на позитивні зміни, значною проблемою залишається високий рівень вразливості енергетичної інфраструктури до різноманітних загроз. Важливими кроками для посилення енергетичної безпеки є: вдосконалення захисту від фізичних і кіберзагроз, розвиток відновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності, а також інтеграція енергетичних мереж з європейськими партнерами. Тільки комплексний підхід до розв'язання цих проблем забезпечить стабільну і стійку енергетичну безпеку України в майбутньому.

Енергетична безпека України залишається важливою складовою її національної безпеки, оскільки стабільне постачання енергії є основою для нормального функціонування держави. Російські військові атаки на енергетичні об'єкти України стали значним випробуванням для її енергетичної системи. Вони порушили нормальне функціонування критичної інфраструктури, що в свою чергу позначилось на життєзабезпеченні населення, економіці та обороноздатності країни. Стратегічні об'єкти енергетичної інфраструктури, такі як електростанції, трансформаторні підстанції, газопроводи та нафтопроводи, стали мішенями для військових дій та кібератак, що вимагає розробки комплексних заходів для їх захисту та відновлення. Така ситуація свідчить про те, що країна має бути готовою не лише до традиційних загроз у вигляді фізичних атак, але й до нових викликів, таких як кібератаки, тероризм та гібридні війни [1].

З початку конфлікту, Україна стала мішенню для численних атак на свою енергетичну інфраструктуру, що значно посилило вразливість системи. Військові удари, які були спрямовані на руйнування ключових енергетичних об'єктів, стали серйозним випробуванням для енергосистеми країни. Такі ситуації підкреслюють необхідність посилення стійкості енергетичних мереж, захисту від кібератак та диверсифікації джерел енергії.

Україна продовжує бути вразливою до атак на свою енергетичну інфраструктуру через її залежність від вугілля, природного газу та ім-

портних енергоносіїв, що зробили енергосистему країни критично уразливою. Хоча значний прогрес був досягнутий у диверсифікації джерел енергії, енергетична залежність від зовнішніх постачальників, зокрема Росії, залишалася однією з головних проблем. Акти агресії, як у вигляді військових атак, так і кібератак, ставлять під загрозу здатність енергетичної системи функціонувати безперервно. Росія, намагаючись підривати стійкість України, неодноразово завдавала ударів по критичних енергетичних об'єктах, що призводило до масових відключень електроенергії та порушень газопостачання. Такі події свідчать про високий рівень загрози, з якою країна повинна боротися в умовах війни та гібридного протистояння [8].

Водночас, існують й інші фактори, які можуть загрожувати енергетичній безпеці країни, зокрема природні катастрофи, непередбачувані технічні поломки та навіть внутрішні загрози, пов'язані з тероризмом або внутрішньополітичними нестабільностями. Ці фактори також мають важливе значення при формуванні стратегії енергетичної безпеки [3].

Шляхи посилення стійкості енергетичної інфраструктури:

а) Модернізація та захист енергетичних об'єктів

Необхідно впроваджувати заходи з посилення захисту енергетичних об'єктів від фізичних атак. Це включає в себе як модернізацію старих енергетичних мереж, так і будівництво нових, більш стійких до механічних та терористичних атак. Сучасні електричні та газові мережі мають бути оснащені ефективними системами моніторингу та швидкого реагування, що дозволяє оперативно відновлювати функціонування після руйнувань. Встановлення систем раннього попередження про потенційні загрози, застосування автоматичних систем захисту об'єктів та розширення використання мобільних резервних джерел енергії можуть значно знизити вразливість енергетичної інфраструктури. Окрім того, важливо зміцнювати фізичний захист об'єктів, зокрема, встановлення сучасних охоронних систем, посилення охорони та координація дій між різними державними органами для забезпечення ефективної реакції у разі надзвичайних ситуацій [2].

б) Розвиток кібезахисту енергетичних систем

Кібератаки на енергетичні мережі стали однією з найбільших загроз для України, тому необхідно вжити заходів для захисту критичної

інфраструктури від таких атак. Впровадження сучасних технологій кібербезпеки є важливим кроком у забезпеченні стійкості енергетичної системи. Розробка національних стандартів захисту від кіберзагроз, створення спеціальних підрозділів для боротьби з кібератаками, а також налагодження міжнародного співробітництва в сфері кібербезпеки є важливими кроками для мінімізації загроз у кіберпросторі. Крім того, необхідно постійно модернізувати програмне забезпечення, використовувати новітні технології шифрування даних і регулярно проводити тренування з кіберзахисту для персоналу, який працює з критичними енергетичними об'єктами.

в) Диверсифікація джерел енергії

Розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні та вітрові електростанції, дозволить зменшити залежність від імпортованих енергоносіїв і підвищити стійкість енергетичної системи. В Україні вже існує значний потенціал для розвитку відновлюваної енергетики, особливо в південних та західних регіонах, де є можливість активно використовувати сонячну та вітрову енергію. Крім того, диверсифікація постачання газу, нафти та інших енергоресурсів з різних країн і регіонів є важливим кроком для посилення енергетичної незалежності. Підвищення частки відновлюваних джерел в енергетичному балансі дозволить не тільки знизити енергетичну залежність, але й створить резервні можливості для збереження енергетичних постачань в умовах кризи [6].

г) Енергетична ефективність та збереження енергії

Забезпечення енергетичної ефективності на всіх рівнях є ключовим аспектом у забезпеченні енергетичної безпеки. Впровадження нових технологій для зменшення споживання енергії в промисловості, житлових та комунальних секторах сприяє підвищенню енергетичної стійкості країни. Оптимізація використання енергоресурсів у будівлях, транспортуванні енергії та на виробництві дозволить знизити ризики, пов'язані з енергетичними дефіцитами. А також важливо проводити інформаційно-просвітницьку роботу серед населення для заохочення до ощадливого використання енергоресурсів. Кожен етап енергетичного споживання, починаючи від виробництва до споживання, потребує уваги для досягнення максимальної ефективності [4].

д) Підвищення оперативної готовності та відновлення

Важливо мати чіткий план для швидкого відновлення енергетичних об'єктів після атак. Враховуючи можливість фізичних руйнувань, Україні слід посилити резервні потужності, зокрема через створення мобільних енергетичних резервів. Також, регулярне тренування з відновлення енергетичних систем у кризових ситуаціях дозволить швидше відновити постачання енергії у разі її перебоїв [9].

Висновки і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Таким чином, загрози енергетичній безпеці України в умовах війни

є серйозними, і посилення стійкості енергетичних об'єктів стає важливою складовою забезпечення національної безпеки. В Україні необхідно проводити модернізацію енергетичної інфраструктури, розвивати енергетичну ефективність, впроваджувати новітні технології кібербезпеки та знижувати залежність від зовнішніх постачальників. Тільки комплексний підхід, що включає фізичний захист, технологічну модернізацію та розвиток відновлюваної енергетики, може забезпечити енергетичну незалежність і стабільність у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атаманенко А. Вплив російсько-української війни на енергетичну безпеку ЄС. *Acta de Historia & Politica*. 2023. Special Iss. С. 35-47.
2. Забулонов Ю. Л. Перспективи впровадження малих модульних реакторів в Україні: за матеріалами доповіді на засіданні Президії НАН України 22 березня 2023 року. *Вісн. Національної академії наук України*. 2023. № 6. С. 34-46
3. Кисельов Є. В. Перспективи розвитку механізмів публічного управління забезпечення енергетичної безпеки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. № 2 (січень). С. 216-218.
4. Мазаракі А. Енергетична безпека України. Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. 2024. № 2 (133): Серія: Економічні науки. С. 4-29
5. Муза О. В. Організаційно-правові засади забезпечення енергетичної безпеки України в умовах воєнного стану. *Науковий вісник Дніпропетровського державного університету внутрішніх справ*. 2023. № 1 (122). С. 60-66.
6. Салашенко Т. І. Паливна безпека України: виклики та шляхи подолання. *Бізнес Інформ*. 2023. № 11 (550). С. 209-217
7. Ситник Г. П. Особливості вироблення публічної політики в енергетичній сфері України в умовах війни. *Інвестиції: практика та досвід*. 2023. № 17 (вересень). С. 96-100.
8. Хмара В. Використання енергозберігаючих технологій як механізм підвищення рівня економічної безпеки в містах України. *Публічне управління: концепції, парадигма, розвиток, удосконалення*. 2023. Вип. 5. С. 141-149
9. Khoma N. The Influence of Geopolitical Factors on the Energy Sector: Analysis of Challenges and Risks = Вплив геополітичних чинників на енергетичну сферу: аналіз викликів та ризиків. *Історико-політичні проблеми сучасного світу*. 2023. Т. 48. С. 136-143
10. Matiichuk L. Security in the Sphere of Application of Renewable Energy Sources in Ukraine: Peculiarities of Organization and Implementation of Systematicity = Безпека у сфері використання відновлювальних джерел енергії в Україні: особливості організації та реалізації системності. *Інвестиції: практика та досвід*. 2023. № 8 (квітень). С. 83-90

Зуб А.А. ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ: ШЛЯХИ ПОСИЛЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО АТАК НА КРИТИЧНІ ОБ'ЄКТИ

Стаття присвячена вивченню проблем енергетичної безпеки України в умовах постійної загрози військових атак, кібератак та інших зовнішніх та внутрішніх викликів. Оскільки енергетична інфраструктура є критично важливою для функціонування держави, її захист та стійкість до можливих загроз є важливим елементом національної безпеки. В умовах війни, зокрема, війна в Україні посилює значення енергетичної безпеки, оскільки численні атаки на енергетичні об'єкти стали частиною стратегії гібридної війни. У статті розглядаються основні загрози, яким піддається енергетична система країни, зокрема фізичні та кібернетичні атаки, а також визначено ключові напрямки посилення стійкості енергетичних об'єктів.

Автор аналізує необхідність модернізації енергетичних мереж і об'єктів, впровадження новітніх технологій захисту і моніторингу, що дозволяють своєчасно виявляти та реагувати на потенційні загрози. Серед важливих аспектів зазначено також використання автоматизованих систем управління, підвищення ефективності енергетичного моніторингу та розробка національних стандартів безпеки для енергетичних систем. Значну увагу приділено питанням кібербезпеки, зокрема необхідності інтеграції передових технологій шифрування, а також розвитку національної інфраструктури для кіберзахисту енергетичних об'єктів, що дозволяють уникати можливих порушень функціонування енергетичних мереж через кібернапади.

Окремо розглянуто питання диверсифікації джерел енергії як одного з ключових шляхів підвищення енергетичної незалежності України. Автори наголошують на необхідності розвитку відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні, вітрові електростанції, біомасові установки, що дозволить не тільки знизити екологічний вплив, але й забезпечити більшу стабільність і стійкість енергетичної системи до зовнішніх

факторів. Розвиток технологій для зберігання енергії, таких як акумулюючі станції, дасть змогу ефективно зберігати надлишки енергії з відновлювальних джерел та використовувати їх у пікові навантаження.

У статті також підкреслено важливість розвитку енергоефективних технологій та стимулювання енергозбереження на всіх рівнях – від промисловості до побутового споживання. Дослідження показують, що значна частина енергетичних втрат в Україні припадає на неефективне використання енергоресурсів, що потребує негайного вирішення шляхом модернізації обладнання та оптимізації процесів енергоспоживання. З метою забезпечення стабільності енергетичної системи особливу увагу варто звернути на розвиток мобільних енергетичних резервів, що дозволяють швидко відновити енергопостачання у разі порушень.

Завершенням статті є висновок про необхідність інтеграції енергетичної системи України з європейськими енергетичними ринками для диверсифікації постачання енергії та зниження ризиків енергетичної залежності від зовнішніх держав. Враховуючи міжнародні тенденції, об'єднання енергетичних систем з Європейським Союзом дозволить Україні отримати доступ до спільних енергетичних резервів, технологій і можливості для кращої координації в умовах кризових ситуацій. Останні дослідження показують важливість стратегічного розвитку енергетичних відносин з європейськими партнерами для забезпечення енергетичної безпеки країни в довгостроковій перспективі.

Стаття підкреслює важливість комплексного підходу до забезпечення енергетичної безпеки України, що включає розвиток інфраструктури, використання новітніх технологій, посилення захисту енергетичних об'єктів від зовнішніх загроз і забезпечення енергетичної незалежності через диверсифікацію джерел енергії.

Ключові слова: енергетична безпека, Україна, енергетична інфраструктура, фізичні атаки, кібербезпека, відновлювані джерела енергії, енергоефективність, мобільні енергетичні резерви, інтеграція з європейським ринком, модернізація, диверсифікація джерел енергії, національна безпека, енергетична стійкість, кібератаки, захист інфраструктури.

Zub A.A. ENERGY SECURITY OF UKRAINE: WAYS TO STRENGTHEN RESILIENCE AGAINST ATTACKS ON CRITICAL INFRASTRUCTURE

This article is dedicated to studying the issues of energy security in Ukraine amidst the constant threat of military attacks, cyberattacks, and other external and internal challenges. Since the energy infrastructure is critically important for the functioning of the state, its protection and resilience to potential threats are crucial elements of national security. In wartime, specifically the war in Ukraine, the importance of energy security has grown as numerous attacks on energy facilities have become part of the strategy of hybrid warfare. The article examines the main threats to the country's energy system, including physical and cyberattacks, and outlines key directions for strengthening the resilience of energy facilities.

The author analyzes the need for the modernization of energy networks and facilities, the introduction of cutting-edge protection and monitoring technologies that allow for timely detection and response to potential threats. Among the important aspects, the article emphasizes the use of automated management systems, improving the effectiveness of energy monitoring, and developing national security standards for energy systems. Significant attention is also given to cybersecurity, particularly the need to integrate advanced encryption technologies and the development of national infrastructure for cybersecurity of energy facilities, enabling the prevention of possible disruptions to energy networks through cyberattacks.

The article separately addresses the issue of energy source diversification as one of the key ways to increase Ukraine's energy independence. The authors emphasize the necessity of developing renewable energy sources, such as solar, wind power plants, and biomass installations, which will not only reduce the ecological impact but also ensure greater stability and resilience of the energy system to external factors. The development of energy storage technologies, such as accumulative stations, will allow for efficient storage of excess energy from renewable sources and its use during peak loads.

The article also highlights the importance of developing energy-efficient technologies and promoting energy conservation at all levels—from industry to household consumption. Research shows that a significant portion of energy losses in Ukraine is due to the inefficient use of energy resources, which requires immediate resolution through equipment modernization and optimization of energy consumption processes. To ensure the stability of the energy system, special attention should be paid to the development of mobile energy reserves, which allow for the rapid restoration of energy supply in case of disruptions.

The conclusion of the article emphasizes the need for the integration of Ukraine's energy system with European energy markets to diversify energy supply and reduce energy dependence on foreign states. Considering international trends, the integration of energy systems with the European Union will provide Ukraine with access to shared energy reserves, technologies, and opportunities for better coordination in crisis situations. Recent studies show the importance of strategically developing energy relations with European partners to ensure the country's long-term energy security.

The article stresses the importance of a comprehensive approach to ensuring Ukraine's energy security, which includes the development of infrastructure, the use of cutting-edge technologies, strengthening the protection of energy facilities from external threats, and ensuring energy independence through the diversification of energy sources.

Key words: energy security, Ukraine, energy infrastructure, physical attacks, cybersecurity, renewable energy sources, energy efficiency, mobile energy reserves, integration with the European market, modernization, diversification of energy sources, national security, energy resilience, cyberattacks, infrastructure protection.