

Отже, вивчення геологічних умов і механізмів утворення природного водню підтверджує значну роль серпентизації, радіолізу та термогенезу у формуванні цього енергоносія. Перспективні регіони України мають необхідні геоструктурні й геохімічні передумови для подальших досліджень і потенційного видобутку природного водню.

Перелік використаних джерел

1. Merdith, A. S., et al. (2023). Global Hydrogen Production During High-Pressure Serpentinization of Subducting Slabs. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 24(10). Portico. <https://doi.org/10.1029/2023gc010947>
2. Davies, J., et al. (2024). Advancing natural hydrogen exploration using headspace gas analysis in water-logged environments. *Geoenergy*, 10. <https://doi.org/10.1144/geoenergy2024-002>
3. Binder, J., et al. (2023). Epitaxial hexagonal boron nitride for hydrogen generation by radiolysis of interfacial water (Version 1) [Data set]. RepOD. <https://doi.org/10.18150/BSUHH4>
4. Langhi, L., Strand J. (2023). Exploring natural hydrogen hotspots: a review and soil-gas survey design for identifying seepage. *Geoenergy*, 1. <https://doi.org/10.1144/geoenergy2023-014>

УДК 620.9:504.06:614.8

Яцишин Т. М., д.т.н., професор кафедри технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, с.н.с. Центру інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики НАНУ

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГРОЗ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ, СПРИЧИНЕНИХ ІСНУЮЧИМИ ВИКЛИКАМИ

Серед природних загроз, що впливають на енергетичну безпеку, виділяють стихійні лиха (землетруси, повені, урагани, ожеледь, снігопади, грози), кліматичні аномалії (тривала посуха, маловоддя), а також підвищену сонячну активність. Вони можуть спричинити серйозні пошкодження інфраструктури, зниження виробництва електроенергії, перебої в постачанні енергоресурсів, особливо для гідро- та теплових електростанцій.

За матеріалами [4] у загальному рейтингу загроз природні чинники посідають останнє місце за впливом (4,55 балів із 100), що зумовлено переважанням воєнних загроз в умовах повномасштабної війни. При цьому, на основі WEF Global Risks Report 2025 [5] кліматичні та екологічні ризики – домінують у короткостроковій – 2 роки та довгостроковій – 10 років перспективі (рис. 1).

вологи, оскільки викликають локальні струмові витоки або "гарячі точки". У довгостроковій перспективі це скорочує термін служби панелей, навіть якщо первинне пошкодження залишилось непоміченим, що, в свою чергу, сприяє накопиченню забруднення у результаті складування пошкоджених панелей.

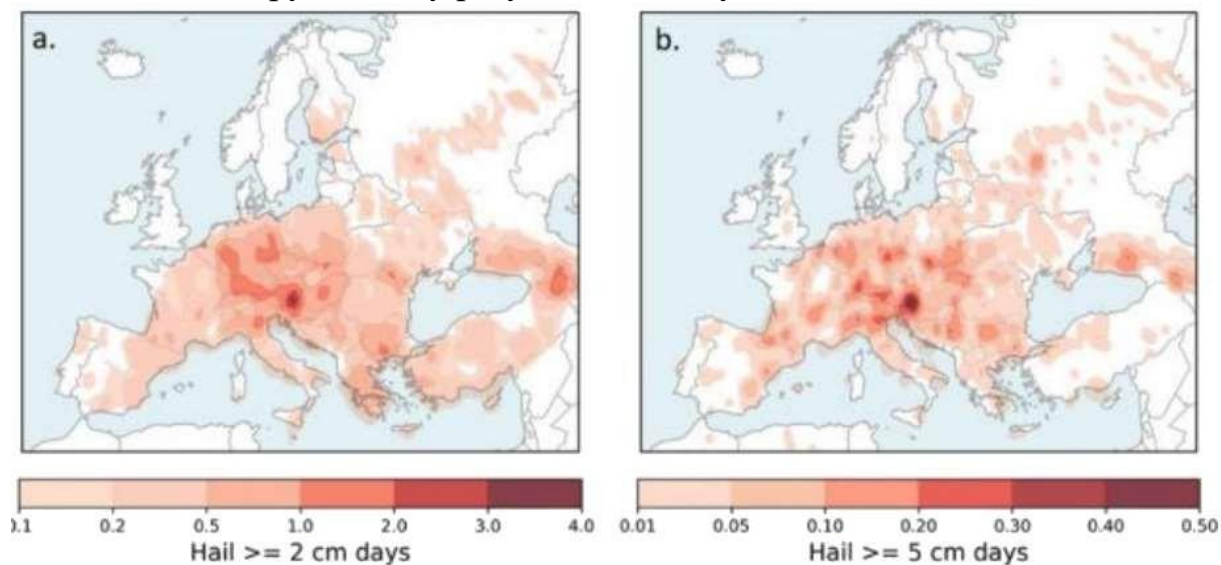


Рисунок 3 - Середньорічна кількість днів з (а) великим та (б) дуже великим градом [6].

Таким чином, град — це не лише ризик миттєвого фізичного руйнування, але й прихована загроза втрати ефективності та надійності сонячної генерації в умовах зміни клімату.

На даний час загрозу для **вітрової енергетики** можуть становити шторми, урагани та торнадо. Надмірно сильні пориви вітру можуть перевищити межі безпечної роботи турбін. Типові вітряки розраховані на максимальні швидкості до 50–60 м/с; урагани часто перевищують ці значення. При перевищенні меж автоматика блокує турбіну (режим «cut-out»), але при дуже сильних ударах можливе механічне руйнування лопатей, щогл, генераторів. З іншої сторони сильні вітри під час штормів можуть збільшити виробництво енергії вітровими турбінами. Однак надлишок вітрової енергії може перевантажити мережу, що призведе до експлуатаційних проблем та потенційної нестабільності мережі.

Обмерзання та налипання льоду поширена проблема в холодному кліматі. Лід може змінювати аеродинаміку лопатей, зменшуючи ККД на 10–40%. Налипання також несе механічні загрози, призводячи до дисбалансу, вібрацій та передчасного зносу компонентів.

Високі вежі турбін діють як блискавковідводи. Без якісного заземлення існує ризик пошкодження електроніки та систем управління. Згідно з європейською статистикою, блискавки — одна з головних причин пожеж у турбінах. Суховії та пилові бурі можуть викликати ерозію лопатей (особливо на кінцях), знижуючи ефективність та потребуючи частішого обслуговування. Хоча самі вежі встановлюються на височинах, електроніка та трансформатори можуть бути розташовані в зоні підтоплення, особливо в прибережних районах.

У сучасних умовах найбільш деструктивний вплив на енергетичну систему України мають військові загрози, які доповнюються економічною вразливістю та екологічними наслідками техногенних ушкоджень.

Висновки

Враховуючи існуючі військові загрози та наростаючі агресивні атмосферні явища, що пов'язані з кліматичними змінами є важливим врахувати ці аспекти при стратегічному плануванні енергозабезпечення. Нестабільність альтернативних джерел енергії, що підсилюється кліматичними змінами та ще не досконалі технології розподілу електроенергії за умов її надлишкового надходження зумовлюють їх вразливість та значний ризик виникнення перебоїв енергопостачання. Тому в існуючих умовах є важливим впроваджувати у використання технології магнітних, гравітаційних, генераторів на радіохвилях, а також розробляти інші інноваційні технології, що забезпечують децентралізоване електропостачання, яке є стійким в умовах зазначених впливів.

Список використаної літератури

1. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України від 13.08.2024 р. № 761-р – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text> – Назва з екрана.
2. Закон України «Про енергетичну ефективність» // [Електронний ресурс] Закон України від 21.10.2021 № 1818- IX Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text> – Назва з екрана.
3. Закон України «Про критичну інфраструктуру» // [Електронний ресурс] Закон України від 16.11.2021 № 1882-IX. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text> – Назва з екрана.
4. Ігнатенко А. А., Горбик С. В. Аналіз загроз енергетичній безпеці в умовах війни та поствоєнного відновлення // Social Development and Security. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 272–285. – DOI: 10.33445/sds.2024.14.2.3.
5. The Global Risks Report 2025 [Електронний ресурс] / World Economic Forum. – 20th ed. – Geneva: World Economic Forum, 2025. – 98 с. – Режим доступу: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2025.pdf – Назва з екрана.
6. Vulnerability of Solar Panels to Hail Risk [Електронний ресурс] / Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, World Bank Group. – Washington, 2023. – 42 с. – Режим доступу: https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/99414733/Final_public_report_Vulnerability_of_solar_panels_to_hail_risk.pdf – Назва з екрана.
7. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.