

2. Smith J. Artificial Intelligence in Military Decision-Making // *Journal of Defense Studies*. – 2020. – Vol. 12(4). – P. 101–115.
3. Петренко І.М. Big Data у військовій розвідці // *Системи управління та навігації*. – 2022. – №2. – С. 45–50.
4. Lee K., Park S. Computer Vision for Target Recognition // *IEEE Access*. – 2019. – Vol. 7. – P. 150123–150135.
5. Johnson A. NLP Applications in Intelligence Analysis // *AI & Security Review*. – 2021. – Vol. 9(1). – P. 33–47.
6. Brown M. Data Fusion Techniques in Military Intelligence // *Defense Technology*. – 2020. – Vol. 16(2). – P. 200–210.
7. Сидоренко Р.П. Використання ШІ для аналізу даних БПЛА в Україні // *Збірник наукових праць НАОУ*. – 2023. – №1. – С. 60–66.
8. Chen Y. Conflict Prediction Models Using AI // *International Journal of Conflict Studies*. – 2021. – Vol. 5(3). – P. 78–92.
9. Miller D. Agent-Based Modeling in Warfare Scenarios // *Computational Military Science*. – 2022. – Vol. 8(2). – P. 120–135.
10. Гуменюк Л.В. Кіберзагрози для систем ШІ у військовій сфері // *Інформаційна безпека України*. – 2022. – №4. – С. 25–31.
11. Anderson K. Ethics of Autonomous Weapons // *Journal of Military Ethics*. – 2020. – Vol. 19(1). – P. 1–17.

УДК: 621.311.2:004.91

Станько А., доктор філософії; Микитишин А., канд. техн. наук, доц.; Блавіцький А.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СМАРТ-МЕРЕЖІ ТА БЛОКЧЕЙН-РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Анотація. У роботі проаналізовано впровадження смарт-мереж (smart grid) та блокчейн-рішень для стабільного енергопостачання в умовах надзвичайних ситуацій. Особливу увагу приділено воєнним конфліктам та техногенним катастрофам, коли централізовані системи енергозабезпечення виявляються вразливими. Смарт-мережі дають змогу оперативно балансувати споживання та генерацію, а блокчейн-технології забезпечують прозорий та децентралізований облік енергії і фінансових транзакцій. Розглянуто приклади використання мікромереж, технології Peer-to-Peer для купівлі-продажу електроенергії, а також вплив законодавчих, економічних та кібербезпекових чинників на запровадження цих рішень в Україні. Зроблено висновок про доцільність комплексної стратегії розвитку децентралізованої енергетики для підвищення надійності та безпеки енергетичної інфраструктури.

Ключові слова: смарт-мережі, блокчейн, енергопостачання, надзвичайні ситуації, енергетична безпека.

Stanko A., PhD; Mykytyshyn A., PhD (Tech.), Assoc. Prof.; Blavitskyi A.
Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

SMART GRIDS AND BLOCKCHAIN SOLUTIONS TO ENSURE STABLE ENERGY SUPPLY IN EMERGENCY SITUATIONS

Abstract. The paper analyzes the implementation of smart grids and blockchain solutions for stable energy supply in emergency situations. Particular attention is paid to military conflicts and man-made disasters, when centralized energy supply systems are vulnerable. Smart grids allow for a quick balance of consumption and generation, and blockchain technologies provide transparent and decentralized accounting of energy and financial transactions. Examples of the use of microgrids, Peer-to-Peer technology for the purchase and sale of electricity, as well as the impact of legislative,

economic and cybersecurity factors on the implementation of these solutions in Ukraine are considered. The author concludes that a comprehensive strategy for the development of decentralized energy is expedient to improve the reliability and security of energy infrastructure.

Keywords: smart grids, blockchain, energy supply, emergencies, energy security.

Сучасні воєнні конфлікти та техногенні катастрофи становлять значну загрозу для стабільного функціонування енергетичних систем [1]. В умовах надзвичайних ситуацій (бойові дії, природні лиха, техногенні аварії) може відбуватися порушення цілісності ліній електропередачі, пошкодження генерувальних потужностей та споживчих об'єктів [2]. Традиційні централізовані системи енергопостачання виявляються вразливими, оскільки вихід з ладу одного з ключових вузлів здатен спричинити лавиноподібні відключення на великих територіях. Тому впровадження децентралізованих і гнучких енергетичних рішень стає пріоритетним завданням задля підтримання належного рівня енергетичної безпеки [3].

Одним зі шляхів підвищення надійності енергетичної інфраструктури є перехід до смарт-мереж (smart grid) та використання блокчейн-технологій. Смарт-мережі дають змогу забезпечити розумне керування розподіленими ресурсами, підвищуючи стійкість системи, а блокчейн-технології — прозорість та надійність обліку енергоспоживання і взаєморозрахунків [4].

«Smart grid» поєднують фізичну інфраструктуру з ІКТ для автоматичного балансування генерації й споживання, інтеграції ВДЕ та мінімізації перевантажень [2; 5]. У кризових умовах мікромережі можуть ізолюватися («острівний» режим) і жити критичні об'єкти завдяки локальним джерелам та накопичувачам енергії.

Блокчейн забезпечує децентралізований реєстр транзакцій, смарт-контракти для P2P-торгівлі енергією та незмінний аудит даних [3; 4]. У разі збоїв центральних систем обліку він гарантує збереження критично важливої інформації та автоматичне виконання операцій між учасниками мікромереж.

Пілотні мікромережі у США та ЄС демонструють здатність автономно жити лікарні й центри управління під час стихійних лих [1]. Проєкти в Німеччині та Австралії підтверджують ефективність P2P-моделей розрахунків за енергію на основі блокчейну, що особливо корисно, коли централізований постачальник недоступний [3; 4].

Аналітика великих даних у смарт-мережах може прогнозувати аварії та оптимізувати маршрути передачі, підвищуючи стійкість системи [1].

Також можемо виділити такі виклики впровадження: Нормативна база – необхідна стандартизація блокчейн-операцій та кіберзахисту [2; 4]. Кадрові й фінансові ресурси – проєкти вимагають інвестицій і підготовки фахівців [1]. Кіберзагрози – цифровізація підсилює ризики атак, тож потрібні комплексні системи захисту [5].

Побудова стійкої енергетичної інфраструктури є одним із ключових факторів національної безпеки в умовах воєнних конфліктів та техногенних катастроф [2; 4]. Смарт-мережі (smart grid) завдяки децентралізації, гнучкості та автоматизованому моніторингу дозволяють суттєво підвищити надійність постачання електроенергії. Використання блокчейн-технологій водночас забезпечує захищений та прозорий облік енергії, а також сприяє впровадженню інноваційних механізмів взаєморозрахунків та управління розподіленими ресурсами (мікромережами, накопичувачами) [4].

Для України, яка перебуває у стані тривалої військової загрози та ризику техногенних катастроф, перехід на смарт-мережі й упровадження блокчейн-рішень може стати вагомим внеском у підвищення обороноздатності та забезпечення стабільного енергопостачання в кризових ситуаціях [5]. Разом із тим, існують складнощі, пов'язані з великими інвестиціями, відсутністю якісної нормативної бази та необхідністю посилення кіберзахисту. Подолання цих перешкод можливе шляхом розробки комплексної державної стратегії, що передбачатиме законодавче врегулювання, розвиток інфраструктури та підтримку науково-дослідних проєктів у сфері децентралізованої енергетики й цифрових технологій.

Таким чином, поєднання можливостей смарт-мереж і блокчейн-рішень відкриває нові горизонти для стійкого функціонування енергетики під час надзвичайних ситуацій. У перспективі це дозволить мінімізувати людські втрати, забезпечити належний рівень постачання електроенергії основним споживачам та сприяти швидкому відновленню зруйнованої інфраструктури, що є вкрай важливим як для військових потреб, так і для цивільного населення у кризових умовах.

Джерела та література

1. Успенський В. І., Сидоренко М. П. Смарт-мережі в енергетиці: можливості та перспективи // *Технічні науки: вчора, сьогодні, завтра: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.*, 14–16 трав. 2020 р. – Київ : Технопрес, 2020. – С. 34–37.
2. Ковальчук О. О. Техногенні загрози та їх вплив на енергетичну інфраструктуру України // *Безпека та ризики*. – 2021. – № 5. – С. 18–23.
3. Peterson J., Brown R. Blockchain-Based Energy Trading Models in Microgrids // *IEEE Transactions on Smart Grid*. – 2020. – Vol. 11, No. 2. – P. 1342–1351.
4. Zheng Z., Xie S., Dai H. та ін. An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends // *Proceedings of the IEEE*. – 2018. – Vol. 108, No. 4. – P. 667–681.
5. Сергієнко М. В. Сучасні методи кіберзахисту енергосистем: виклики військових дій // *Інформаційна безпека та оборона*. – 2022. – № 2. – С. 42–47.

Секція 8. МИРОТВОРЧА РОЛЬ НАТО ТА ЄС У ВРЕГУЛЮВАННІ ВОЄННИХ КОНФЛІКТІВ ТА ЛІКВІДАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ

УДК: 528.946

Литовченко А.

Інститут наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, Україна

ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНІ ОПЕРАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИКІВ

Анотація. Досліджено питання актуальності та доцільності застосування безпілотних літальних апаратів в пошуково-рятувальних операціях під час надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, безпілотний літальний апарат, пошуково-рятувальна операція, зовнішній пілот, тепловізор.

Lytovchenko A.

Institute of Research in Civil Protection of National University of Civil Protection of Ukraine, Ukraine

SEARCH AND RESCUE OPERATIONS USING DRONES

Abstract. The issue of relevance and feasibility of using unmanned aerial vehicles in search and rescue operations during emergencies is investigated.

Key words: emergency, unmanned aerial vehicle, search and rescue operation, external pilot, thermal imager.

Багато з інцидентів, що виникають у результаті різноманітних надзвичайних ситуацій (НС) демонструють, як безпілотники можуть знаходити безвісти зниклих швидше, ніж традиційний наземний пошук, що дозволяє швидше та простіше доставити постраждалих у безпечне місце і з меншим ризиком для їхніх рятувальників.

Ідея застосування БПЛА щодо виявлення та ліквідації НС переживає справжній бум. Переваги безпілотної авіації над пілотованою в умовах оперативного проведення пошуково-рятувальних робіт з обмеженим часом на реакцію досить явні. Так, з використанням спеціальної апаратури повітряної розвідки (моніторингу, спостереження) БПЛА може в масштабі реального