

Головань А. В., Головань В. Г., Гордішевський Л. Г.

## ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК У БОЙОВИХ УМОВАХ

**Анотація.** У тезах аналізуються основні проблеми щодо електрозабезпечення військ у бойових умовах. Показана залежність від електроенергії сучасних військових систем та визначені загрози і обмеження їх стабільного енергоживлення. Визначено можливі напрями розвитку систем електрозабезпечення військ їх архітектура і варіанти рішень. Запропоновані практичні заходи підвищення стійкості електромереж. Проведено порівняння ефективності основних джерел електроживлення у військових умовах.

**Ключові слова:** електрозабезпечення військ, бойові умови, військові системи, гібридні енергосистеми, сонячні панелі, вітрогенератор, акумулятор, дизель.

**Abstract.** The theses analyzes the main problems related to the power supply of troops in combat conditions. It demonstrates the dependence of modern military systems on electricity and identifies the threats and limitations to their stable power supply. Possible directions for the development of military power supply systems, their architecture, and potential solutions are defined. Practical measures to enhance the resilience of power grids are proposed. The effectiveness of the main power sources in military conditions is compared.

**Keywords:** power supply of troops, combat conditions, military systems, hybrid energy systems, solar panels, wind generator, battery, diesel.

### Вступ

Електрозабезпечення військ є одним із ключових елементів бойового та логістичного забезпечення сучасних Збройних Сил. Висока залежність військових систем від електроенергії

— від засобів зв'язку, навігації, розвідки, систем управління до високоточної зброї — зумовлює потребу в безперебійному, мобільному та захищеному енергопостачанні. У бойових умовах проблема електрозабезпечення набуває особливої гостроти через обмеженість ресурсів, ураження інфраструктури та динамічність обстановки [1–7].

### Результати дослідження

У сучасних бойових діях практично всі системи управління, зв'язку, розвідки, радіоелектронної боротьби, безпілотні комплекси, сенсори та засоби наведення залежать від стабільного енергоживлення. Зростання кількості електронних пристроїв у складі озброєння і військової техніки призводить до збільшення навантаження на польові енергосистеми. Особливої актуальності набуває питання забезпечення живленням систем високоточного ураження, елементів кіберзахисту та мобільних командних пунктів, які часто діють у відриві від основних джерел електроенергії.

Аналіз системи електрозабезпечення військ у бойових умовах показує, що ключовими її факторами є стійкість, мобільність, мінімізація логістичних ризиків (особливо щодо пального), захищеність від фізичних, кібер- та електромагнітних атак, а також можливість швидкої реконфігурації енергосистеми. Сучасна практика електрозабезпечення військ спирається на поєднання тактичних мікромереж, автономних джерел (генератори, батареї), відновлюваної енергії (портативні PV), а також на заходи кібер- та фізичного захисту.

Разом з тим необхідно враховувати існуючі загрози та обмеження щодо стійкого функціонування системи електрозабезпечення військ у бойових умовах. Це, насамперед, *вразливість традиційних джерел енергії*. Так основу електропостачання у польових умовах становлять дизельні електростанції. Проте вони мають низку недоліків:

висока шумність і теплове випромінювання, що демаскує позиції; низька ефективність при змінних навантаженнях;

складність технічного обслуговування у польових умовах.

розриви у ланцюгу постачання палива — дизельні генератори залежні від постачання палива, що робить їх вразливими під обстрілами, перехопленням чи логістичними затримками.

Також необхідно відзначити *недостатню автономність польових енергосистем*. Польові енергомережі часто не здатні забезпечити тривалу автономну роботу без підзарядки чи підвезення палива. Це критично для мобільних підрозділів, систем спостереження, пунктів управління, які діють на ізольованих ділянках фронту.

Слід враховувати *можливі ураження енергетичної інфраструктури*. У сучасній війні противник цілеспрямовано вражає енергетичні об'єкти, склади палива та генераторні установки. Втрата центрального живлення може паралізувати зв'язок і управління, що робить критично важливою розосереджену, резервовану систему електроживлення.

У більшості випадків польові енергетичні вузли працюють без автоматизованого моніторингу та регулювання навантаження, що пояснюється *нестачею інтелектуальних систем управління енергоспоживанням*. Відсутність систем енергоменеджменту призводить до нераціонального використання ресурсів, перевантаження генераторів і швидкого виходу їх з ладу.

Перспективними напрямками вирішення перелічених проблем можуть бути:

*впровадження гібридних енергосистем*. Поєднання дизельних генераторів із сонячними панелями, вітровими турбінами та акумуляторними батареями дозволяє підвищити автономність і зменшити витрати палива. Такі системи вже застосовуються у збройних силах США, Великої Британії, Ізраїлю, демонструючи підвищення енергоефективності на 30–50%;

*використання енергетичних модулів та мікромереж*. Модульні мобільні енергетичні станції можуть швидко розгортатися та інтегруватися у спільну мережу з динамічним балансуванням навантажень. Технології "розумних мікромереж" дають можливість забезпечити безперервне живлення навіть при виході з ладу окремих елементів системи;

*розвиток систем енергоменеджменту*. Використання сенсорів моніторингу, IoT-пристроїв та програмних алгоритмів керування навантаженням дозволяє оптимізувати споживання енергії, прогнозувати несправності та продовжити ресурс генераторів;

*розвиток технологій зберігання енергії*. Літій-іонні та натрій-іонні батареї нового покоління, суперконденсатори та паливні елементи можуть стати базовими елементами автономних систем живлення для мобільних військових частин.

Архітектура системи електрозабезпечення військ може мати такі варіанти рішень:

1. Тактичні мікромережі — поєднують дизель-генератори, акумуляторні батареї (АБ), сонячні трейлери та локальні контролери. Дозволяють автономну роботу від кількох годин до днів, із пріоритетизацією навантажень. Переваги: ізоляція від основної мережі, баланс генерації/накопичення, оптимізація палива.

2. Гібридні рішення «генератор + акумуляторна батарея + сонячні батареї (СБ)» — АБ зменшують потребу в режимі холостого ходу генераторів, скорочуючи витрати пального і підвищуючи маскуваність. Портативні рулонні/трейлерні СБ вже доводять свою ефективність у таборах/фіксованих позиціях.

3. Енергетика як сервіс/контрактні мікромережі — на стаціонарних базах/штабах: контракти на побудову й обслуговування мікромереж (корисно для швидкого розгортання і сумісності з цивільною інфраструктурою).

4. Резервні автономні блоки (строго захищені) — ЕМП-захищені критичні вузли та окремі гарнізонні накопичувачі енергії для критичних систем.

Рекомендована конфігурація гібридної системи включає: сонячну панель + вітрогенератор + акумулятор + дизель-резерв. Таке поєднання забезпечує енергетичну стійкість

> 90 % часу при середніх вітрових умовах.

## **Висновки**

Електрозабезпечення військ у бойових умовах є складною багатофакторною проблемою, яка вимагає системного підходу. В умовах сучасної війни, де електронні системи управління та розвідки визначають перевагу на полі бою, енергетична стійкість військових підрозділів стає фактором національної безпеки.

Підвищення ефективності електрозабезпечення можливе через:

перехід до гібридних і розосереджених систем енергопостачання;

автоматизацію управління енергоресурсами; використання відновлюваних джерел енергії; розвиток мобільних мікромереж та енергетичних модулів; створення систем енергетичного резервування та кіберзахисту енергетичних вузлів. Таким чином, модернізація систем електрозабезпечення військ має стати одним із пріоритетів оборонної стратегії України у найближчі роки.

Список використаних джерел:

1. Лагутін В. І., Кононов В. П. Організація електропостачання військових частин і підрозділів: навч. посіб. – Харків: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2019. – 184 с.
2. Дяченко О. М., Мельниченко Ю. В. Електротехнічне забезпечення військ у бойових умовах // Збірник наук. праць ХНУПС. – 2021. – Вип. 45. – С. 56–68.
3. Гриценко В. В., Ткаченко О. М. Енергетична безпека оборонного сектору: проблеми та напрями забезпечення // Наука і оборона. – 2022. – № 2. – С. 22–35.
4. Бондаренко П. В., Риженко Д. В. Перспективи застосування гібридних енергосистем у військовій сфері // Військово-технічний збірник НУОУ. – 2023. – Вип. 12. – С. 45–59.
5. Сергієнко І. П. Тилове забезпечення військ у сучасних бойових діях. – Київ: НУОУ, 2020. – 152 с.
6. Кузьменко В. В., Соколенко О. П. Застосування відновлюваних джерел енергії у системах забезпечення ЗСУ // Вісник НУЦЗ України. – 2022. – № 4. – С. 34–47.
7. Національна академія наук України. Інститут загальної енергетики. Стійкість енергетичних систем України в умовах воєнних загроз. – Київ: НАНУ, 2023. – 98 с.

**Головань Артур Вячеславович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ракетно-артилерійського озброєння Військової академії, м. Одеса, e-mail: [dopler@ukr.net](mailto:dopler@ukr.net), ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5650-2972>

**Головань Вячеслав Григорович** – канд. техн. наук, професор, професор кафедри ракетно-артилерійського озброєння, Військової академії, м. Одеса, e-mail: [gvq55.gvq55@gmail.com](mailto:gvq55.gvq55@gmail.com), ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4451-4703>

**Гордішевський Леонід Григорович** – ст. викладач кафедри ракетно-артилерійського озброєння, Військової академії, м. Одеса, e-mail: [glq230665@ukr.net](mailto:glq230665@ukr.net), ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2764-8857> Військова академія, вул. Фонтанська дорога, 10, м. Одеса, 65009

**Golovan Artur Vyacheslavovych** - PhD, associate professor, associate professor of the Department of Missile and Artillery Weapons, Military Academy, Odesa, e-mail: [dopler@ukr.net](mailto:dopler@ukr.net), ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5650-2972>

**Golovan Vyacheslav Hryhorovych** - PhD, professor, professor of the Department of Missile and Artillery Weapons, Military Academy, Odesa, e-mail: [gvq55.gvq55@gmail.com](mailto:gvq55.gvq55@gmail.com), ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4451-4703>

**Gordishevsky Leonid Grigorovich** – chief lecturer of the Department of Missile and Artillery Weapons, Military Academy, Odesa, e-mail: [glq230665@ukr.net](mailto:glq230665@ukr.net), ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2764-8857> Military Academy, str. Fontanska doroga, 10, m. Odesa, 65009