

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2019.11.85-98>  
УДК 623.445:658.261

**А.А. Гончарук**, к.т.н., с.н.с.,

**В.М. Оленєв**, к.військ.н., проф.,

**В. О. Шлапак**, к.ф.-м.н., доц.,

**В.О. Дідик**

*Військова академія (м. Одеса), Україна*

## **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

*Визначено місце системи енергозабезпечення у комплексі бойового екіпування військовослужбовців підрозділів військової розвідки Сухопутних військ Збройних Сил України та перспективні напрямки удосконалення цієї системи з використанням досвіду провідних країн світу.*

***Ключові слова:** суперконденсатори, акумуляторні батареї, система енергозабезпечення, бойове екіпування.*

### **Постановка проблеми**

Узагальнений аналіз основних завдань створення комплексу бойового екіпування військовослужбовця ЗС України [1, 2] дозволяє стверджувати, що виконання всіх поставлених цілей і завдань на перспективу повинно бути забезпечено та супроводжуватися ефективною системою наукових досліджень та наукового супроводження державних програм, розробок усіх систем та елементів комплексу бойового екіпування (КБЕ). Тому аналіз світових тенденцій розвитку та досвіду створення та/або вдосконалення КБЕ, синтез загальних вимог (тактико-технічних, експлуатаційних та ін.) до нього, обґрунтування вимог до систем та елементів комплексу бойового екіпування військовослужбовців підрозділів військової розвідки Сухопутних військ Збройних Сил України є актуальним завданням.

Отже, для підвищення можливостей окремого військовослужбовця при виконанні ним бойових завдань існує необхідність проведення широких експериментально-теоретичних випробувань зі створення, експлуатації та напрямів розвитку КБЕ в цілому, і системи енергозабезпечення, як складової комплексу бойового екіпування, зокрема.

Система енергозабезпечення КБЕ – це система, яка призначена для забезпечення надійної автономної роботи усіх електронних комплексів, приладів та елементів бойового екіпування військовослужбовця під час виконання ним бойових завдань.

### **Аналіз останніх досягнень і публікацій**

Сучасний бій вимагає від формувань сухопутних військ мобільності, здатності тривалий час діяти у відриві від головних сил, можливості в найкоротший термін робити їхнє перекидання в райони застосування і здійснювати перегрупування в різних умовах розвитку обстановки, що особливо важливо для спеціалістів військової розвідки та Сил спеціальних операцій. Дані показники досягаються за рахунок покращення якісних характеристик озброєння, засобів бойового управління, екіпування [3].

На основі технологічних досягнень XXI століття з'явився проект під назвою «Солдат майбутнього», який об'єднує в собі напрацювання в напрямку збільшення продуктивності та ефективності окремо взятого військовослужбовця. Це передбачає використання ним систем нічного бачення, позиціонування і навігації, покращених систем ціленаведення, систем контролю психофізіологічних параметрів, нових динамічних засобів захисту [4 - 6].

Концепція солдата майбутнього, незалежно від країни проектування, передбачає взаємодію між розрізненими бойовими одиницями та управління ними за допомогою захищеної комп'ютерної мережі. Координація дій в реальному часі з органу управління та всередині підрозділу, з урахуванням поточної інформації про обстановку, яка склалася, істотно підвищує бойову ефективність, що особливо важливо для військовослужбовців підрозділів військової розвідки.

Впродовж останніх 10 років ведуться розробки і у фантастичних, на перший погляд, але цілком реальних в майбутньому, напрямках – екзоскелет, динамічна броня, системи відстеження фізичного стану військовослужбовця тощо (програма TALOS (англ. Tactical Assault Light Operator Suit) – проект розробки перспективного американського роботизованого екзоскелета військового призначення) [7]. Передбачається, що конструкція системи TALOS забезпечуватиме зв'язок, навігацію, контроль за життєзабезпеченням свого військовослужбовця, а також його захист за допомогою так званої технології «рідкої керамічної броні». Перший прототип костюма був представлений у травні 2013 року.

Попри позитивні сторони, існують і недоліки в реалізації саме американської концепції «Солдата майбутнього». Це висока кінцева вартість комплексу екіпірування окремого солдата та технологічне відставання на певних напрямках розвитку. Зокрема, не вирішене питання ефективного енергетичного забезпечення екіпірування солдата, що впливає на автономність його роботи. Наявні акумуляторні батареї мають зайву вагу і габарити, а на доопрацювання нових джерел енергії потрібен час. Утім бурхливий розвиток науки та технологій, причому саме в енергетичній сфері, робить це завдання цілком реальним уже найближчим часом.

Land Warrior - модульна система боротьби, що використовує сучасні комп'ютери, комунікації та системи супутникової навігації, щоб у цифровій формі зв'язати солдата і поле бою (рис.1) [8].

До екіпірування солдата Land Warrior на сучасному етапі розвитку програми входять елементи, що використовують електричну енергію: портативний комп'ютер, навігатор, прилади радіозв'язку з відповідним програмним забезпеченням, лазерний і тепловізійний приціл, відеокамера для стрільби з-за укриття [5]. Отже велика кількість елементів комплексу бойового екіпірування залежить від функціонування системи енергозабезпечення КБЕ, а це вимагає високої ефективності, за критерієм маса/електрична енергія, акумуляторів та інших джерел енергії [3]. Під час досліджень у межах програми Land Warrior, стало зрозуміло, що використання всіх елементів викликає необхідність безперервного повторного постачання (перезарядки) елементів електричного живлення, що стало одним із проблемних питань.[9]

Комплект FÉLIN (Fantassin a Equipements et Liassons Integres, в перекладі з французької - Система інтегрованого спорядження і засобів зв'язку бійця) – французький комплект індивідуального екіпірування включає переносну електронну платформу, яка є основою комплексу, побудована на базі цифрового інтерфейсу FireWire і має відкриту архітектуру, що дозволяє включати при необхідності нові або додаткові зразки радіоелектронного обладнання. Всю зброю оснащено новими прицілами денного і нічного бачення, з вдосконаленими засобами цілевказівки, а також малогабаритною відеокамерою. Військовослужбовці використовують приціли з електрооптичними підсилювачами яскравості зображення «Clara», а командири підрозділів інфрачервоні приціли. При цьому вони можуть передавати відеозображення в режимі реального часу всередині мереж FELIN. Персональний комп'ютер, що кріпиться на шоломі, виводить на кольоровий рідкокристалічний дисплей усю необхідну інформацію про місцезнаходження самого бійця, його товаришів, а також усіх розвіданих даних про противника і його розташування. Комплект також включає багатофункціональний бінокль JIM MR з тепловізійним каналом,



**Рис. 1. Оптико-електронні прилади військовослужбовця, яким необхідне енергозабезпечення**

безпечним для зору лазерним далекоміром і цифровим магнітним компасом, індивідуальні засоби енергоживлення, що забезпечують роботу комплексу протягом 72 годин. У якості джерел енергії для комплексу FELIN (Франція) виступають два літій-іонних акумулятори, які повинні забезпечувати стабільну роботу радіостанції, персонального комп'ютера, приймача GPS, оптичної системи (у тому числі і прицільних пристроїв), а також інформаційного дисплею, що кріпиться до шолома [10].

Сінгапурська компанія в цей час пропонує на експорт варіант за назвою ARIELE (Army Individual Eco- Lightweight Equipment - армійське індивідуальне екологічне та легке спорядження), який включає систему управління споживанням енергії PoEMS (Power & Energy Management System), яка оптимізує енергоспоживання. При цьому паливний елемент POWER (Portable Watt-hr for Extended Range) має питому енергію, що перевищує в 1,6 рази питому енергію найкращих літій-іонних акумуляторів. [11].

Система захисту слуху (вушні вкладиші) TEP-200 EU (TEP означає Tactical Earplug) компанії 3M Peltor укладається в герметичний пластиковий футляр, який також працює як зарядне обладнання завдяки відділенню із трьома лужними батарейками AA, що гарантують до 16 циклів зарядки; при розміщенні у футляр вкладиші підключаються до зарядного обладнання, час зарядки становить приблизно півтори години. Футляр має роз'єм Micro B USB, що дозволяє підключати зарядне обладнання через відповідні кабелі до комп'ютера або настінної розетки. У футлярі містяться: зарядне обладнання, два вкладиші та чотири пари насадок; увесь комплект важить 272 грама. Кожний вкладиш вагою всього 4 грама працює від літій-іонного акумулятора, що забезпечує його безперервну роботу протягом 16 годин.

Японська система ACIES здатна обробляти візуальні дані з декількох джерел, дані про місце розташування і поширювати цю інформацію серед інших носіїв ACIES і командування. На задній частині бронезилета розташований компактний головний комп'ютер, а також батареї, потужний процесор обробки даних, мережеві комунікації, гіроскопи, датчик атмосферного тиску, приймач GPS, вентилятори охолодження. ACIES має дві радіостанції (UHF і VHF). Заряджання та зміна батареї здійснюється біля бойової машини підрозділу, на якій встановлене зарядне обладнання або розміщені запасні акумулятори [4].

Таким чином, системи енергозабезпечення вимагають наявності наземних транспортних засобів, на яких встановлено зарядне обладнання і розміщені запасні акумулятори, обмежуючи тим самим відстані, на яких можуть діяти військовослужбовці.

### **Постановка задачі та її розв'язання**

Основний критерій оцінки ефективності системи енергозабезпечення КБЕ - це забезпечення виконання військовослужбовцями завдання протягом визначеного терміну та їх виживання після його виконання шляхом забезпечення електричною енергією елементів КБЕ без додаткового постачання витратних матеріалів [10, 12].

Аналіз сучасних КБЕ, а також тих, які розробляються за програмою під назвою "Солдат майбутнього", показує велику насиченість електронними приладами, вразливим місцем яких є енергозабезпечення. Отже, одним з проблемних питань створення КБЕ - є система енергозабезпечення. Тому, розроблення систем енергозабезпечення військовослужбовців автономним живленням, що здатні забезпечувати роботу приладів КБЕ, впродовж визначеного часу, без обмежень пересування з метою виконання завдання військовослужбовцем є актуальним завданням.

### **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття**

Фактично комплекти FIST (Великобританія), IdZ-ES (Німеччина) і FELIN (Франція), як і ряд інших, які розробляються зараз у Європі, орієнтуються у своєму розвитку на американську концепцію, спрямовану на інтеграцію бійця в цифрову систему управління боєм, що стає можливим лише при використанні великої кількості сучасних електронних систем. Насичення бойового екіпірування військовослужбовця електронним обладнанням вимагає регулярної підзарядки джерел енергозабезпечення.

На даний час не вирішене питання ефективного енергетичного забезпечення обладнання військово-службовця, що позначається на автономності його роботи. Наявні акумуляторні батареї мають зайву вагу і габарити, а на доопрацювання нових джерел енергії потрібен час. Утім бурхливий розвиток науки та технологій, причому саме в енергетичній сфері, робить це завдання цілком реальним уже найближчим часом.

У Російській федерації продовжуються роботи з впровадження КБЕ "Ратник-2", однак ряд недоліків вимагають їх усунення, так військових не влаштовують існуючі елементи живлення через їхні великі габарити, які створюють додаткове навантаження на військовослужбовця. Корпорація "Росатом" проводить роботи над створенням нових акумуляторів для елементів екіпірування "Ратник-2", нових батарей [13].

Крім того, разом з удосконаленням акумуляторних батарей за напрямом зменшення маси, збільшення ємності, часу зберігання заряду, ще одним з напрямів удосконалення енергозабезпечення КБЕ є розробка різного роду перетворювачів енергії на електричну, отже стаття присвячена розгляду перспективних напрямків удосконалення системи енергозабезпечення КБЕ військовослужбовців.

### **Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів**

До окремих елементів бойового екіпірування військовослужбовця підрозділів військової розвідки ЗС України висуваються більш високі вимоги ніж до екіпірування військовослужбовців механізованих підрозділів. Зокрема, до тих елементів, які впливають на: підвищення рівня захищеності військово-службовця підрозділів військової розвідки (ВР) на полі бою; включення окремого бійця до єдиної автоматизованої системи управління; підвищення можливостей зі спостереження за полем бою та ефективності застосування зброї кожним військовослужбовцем у різних умовах обстановки; підвищення можливостей військовослужбовців з орієнтування на місцевості та в обстановці; підвищення ефективності ведення бойових дій в цілому, особливості виконання спеціальних завдань.

Всі елементи екіпірування військового розвідника мають інтегруватися одне в інше та виконувати декілька завдань, але функціонально вони можуть поділятися на кілька напрямків. Так відповідно до концепції створення КБЕ, до складу екіпірування входить широкий набір засобів, які за функціональними ознаками поділяється на п'ять систем: ураження, захисту, управління, життєзабезпечення й енергозабезпечення.

Цей поділ є умовним, оскільки при більш детальному розгляді комплексу видно, що система енергозабезпечення має відношення до деяких елементів всіх систем КБЕ. Наприклад, прицільно-приладовий комплекс стрілецької зброї системи ураження без надійного енергозабезпечення функціонувати не зможе. Дане зауваження стосується також засобів попередження про небезпеку системи захисту та всіх елементів системи управління і системи життєзабезпечення.

Елементи системи енергозабезпечення повинні включати уніфіковані засоби, що забезпечують надійне автономне енергозабезпечення електронних систем і приладових засобів при виконанні військовослужбовцем бойових завдань, перевірку працездатності та правильності функціонування споживачів електроенергії, елементи електроживлення і зарядний пристрій повинні підтримувати електронні системи та приладові засоби військовослужбовця протягом 72 годин його автономної діяльності, а джерела електроживлення без заміни і підзарядки забезпечувати роботу електронних систем та приладових засобів військовослужбовця протягом не менше 12 годин активних бойових дій.

Система повинна забезпечувати можливість зарядки елементів електроживлення від промислової електромережі та бортової мережі бойових машин, а також підзарядки від інших джерел енергії (одержання енергії).

Джерела електроживлення і підзарядки повинні бути уніфікованими для всіх систем бойового екіпірування.

Технічні вимоги до елементів електроживлення і батарей на їхній основі:

- гарантійний строк зберігання - до 10 років;
- діапазон робочих температур - від -50 0C до +50°C;
- питома енергія - 150-500 Вт\*год/кг;
- кількість циклів зарядки акумуляторів - не менше 1000.

Основними вимогами, яким повинні відповідати джерела автономного електроживлення технічних засобів бойового екіпірування військовослужбовця, є:

- мінімальні масо-габаритні характеристики;
- високі питомі енергетичні характеристики;
- створення єдиного для всіх засобів автономного джерела електроживлення;
- всі енергоспоживаючі засоби бойового індивідуального екіпірування військовослужбовців повинні бути укомплектовані зарядними пристроями АКБ, що живляться від джерел струму штатної техніки підрозділів та інших джерел енергії.

Потреба військових в електроенергії не знижується і як наслідок росте попит на легкі та більш ефективні акумуляторні батареї. На ринку елементів енергозабезпечення однією з домінуючих тенденцій є зменшення масогабаритних характеристик акумуляторних батарей з метою зниження навантаження на солдата при одночасному максимальному підвищенні їх ємності, необхідної для постачання енергією всіх споживачів КБЕ [8].

Досвід військових дій в Афганістані показав як природні умови цієї країни сприяли росту недовіри до системи поповнення запасів. Солдати погоджувалися носити додаткові акумулятори і магазини з патронами на випадок, якщо вони не зможуть поповнити ці запаси через недоступність для повітряного судна і географічних обмежень (райони східного Афганістану важкодоступні для вертольотів через великі висоти). Додавання акумуляторів, що збільшує тривалість виконання бойового завдання солдатом, неминуче означає збільшення маси його бойового екіпірування.

Основний комплект зв'язку американської армії за програмою Nett Warrior важить усього 1,6 кг і складається з радіостанції AN/PRC-154A від General Dynamics/Thales, смартфона Samsung Galaxy S5, приймача GPS від Rockwell Collins AN/PSN-13 DAGR (Defence Advanced Global Positioning System Receiver) і централізованої акумуляторної системи. В американській армії характеризують Nett Warrior як систему, що дозволяє піхотним відділенням, штурмовим групам і окремим солдатам з високою точністю і швидкістю визначати місце розташування саморобних бомб, груп противника або об'єкти особливої важливості. Nett Warrior підвищує живучість солдатів за рахунок швидкого обміну інформацією про передбачувані позиції противника або закладені заряди і снайперів, а також допомагає запобігти знищенню своїх військових, надаючи позиції своїх підрозділів. Енергопостачання в системі Nett Warrior включає систему енергопостачання відділення Squad Power Manager 5590 і універсальну модульну зарядну станцію Modular Universal Battery Charger (MUBC) (рис.2), обидві виробництва компанії Thales.

Зарядна станція MUBC послужить у якості заміни великій кількості самих різних зарядних обладнань, що експлуатуються в американській армії. У зв'язку із цим американська армія видала компанії Thales контракт вартістю 49 мільйонів доларів на поставку універсальної зарядної станції Universal Battery Charger (UBC) варіанта MUBC, яка буде розгорнута на рівні взводу і відділення. Подальше зменшення розмірів дозволить у найближчому майбутньому оснастити подібним обладнанням кожного солдата. UBC буде здатна забезпечувати виконання операцій взводом та відділенням більше 72 годин з можливістю зарядки різних систем енергопостачання, включаючи літій-іонні акумулятори.



Рис. 2. Універсальна модульна зарядна станція Modular Universal Battery Charger

Американська компанія Protonex також бере участь у програмі Nett Warrior, а також в інших подібних програмах, включаючи програму з бойового екіпірування TALOS командування спеціальними операціями. Вона займається в тому числі і питаннями удосконалення масогабаритних і енергогенеруючих характеристик акумуляторних батарей, а також питаннями зниження енергоспоживчих характеристик систем оперативного управління та володіння обстановкою. Також швидко створюються системи енергопостачання, що забезпечують енергією ці численні пристрої. Акумулятори системи КБЕ повинні забезпечувати підвищену потужність без великої кількості традиційних батарей, а системи управління енергопостачанням дозволяють численному несумісному обладнанню житися від акумуляторів і навіть заряджати акумулятори від різних джерел, включаючи сонячні панелі. Система Nett Warrior використовує легкий акумулятор для енергопостачання як комерційних, так і військових компонентів, і включає можливість на ходу заряджати цей акумулятор. Він використовується піхотою та спецпідрозділами, яким на тривалі періоди часу необхідно відриватися від настінних розеток і бортової мережі транспортних засобів.



**Рис. 3. Багатопортовий диспетчер електроживлення Squad Power Manager 622**

Компанія Protonex спроектувала систему Squad Power Manager 622 (рис. 3), що представляє собою багатопортовий диспетчер електроживлення, у якому реалізовані функції управління і визначення пріоритетів використання енергії. Залежно від бойового навантаження, обумовленого даним конкретним завданням, це обладнання доступне в ручній і переносній конфігураціях. Воно спеціально створювалося для того, щоб легко, компактно і надійно вирішувати завдання з інтелектуального управління енергоспоживанням, яке може витримати суворі умови військової експлуатації. Це обладнання прямо вмикає фактично кожне (портативне) військове устаткування, заряджає акумулятори та інтелектуально підлаштовується до мінливих умов і вимог бойового завдання" [8].

На блоці розміщуються шість силових портів, що дозволяють заряджати одночасно шість різних обладнань, а також дисплей, що надає інформацію про стан батареї. До двох портів із шести можна також підключати первинні гальванічні елементи, автомобільні акумулятори або сонячні панелі. Крім того, є додаткові опції: забезпечення можливості роботи обладнання у воді, світлодіодні індикатори показують критично низький заряд акумуляторів, а також вбудована функція для аналізу результатів виконаних дій і планування завдання.



**Рис. 4. Диспетчер електроживлення Vest Power Manager 402 американської компанії Protonex**

енергоспоживанням. VPM-402 забезпечує на ходу заряджання акумуляторів від сонячних панелей, бортової мережі машин та від будь-якого іншого джерела [8].

Компанія Protonex також пропонує свій диспетчер електроживлення Vest Power Manager 402 (рис. 4). Він зручний в експлуатації та дозволяє використовувати і управляти будь-яким джерелом енергії для військових приладів. Vest Power Manager має менші розміри в порівнянні із системою Squad Power Manager, у нього всього 4 силових порти, а дисплей дозволяє управляти

Американське управління перспективних досліджень і розробок Міністерства оборони (DARPA) також працює над акумуляторною системою наступного покоління, призначеної підвищити потужність і ефективність систем оперативного управління та володіння обстановкою під час виконання бойових завдань. Компанія IBM у вересні 2015 року одержала контракт вартістю 10 мільйонів доларів на вивчення

архітектури, паралелізму, стійкості, локальності, алгоритмів, концепцій моделювання і тестування, які будуть сприяти підвищенню нинішніх обчислювальних можливостей з 1 гігафлопа до 75 гігафлопс на Ват (одиниця виміру продуктивності комп'ютерів). По даним DARPA, програма прагне підвищити енергоефективність розгорнутих систем, що вбудовуються, забезпечуючи більші обчислювальні потужності та, отже, більшу ефективність із погляду військових. Поточні дослідження визначили, що потреба сучасних військових операцій в обчислювальній потужності досягає, щонайменше, 50 гигафлопс на Ват.

Тим часом, ізраїльська армія уклала контракт із компанією Arotech на поставку своїм піхотним підрозділам 70000 літій-іонних акумуляторів. Контракт вартістю 8,5 мільйонів доларів на поставку літій-іонних акумуляторів і зарядних пристроїв дозволить зробити якісний стрибок у сфері оперативного управління бойових підрозділів ізраїльської армії.

Головна перевага літій-іонних акумуляторів (ЛІА) полягає у їх високій питомій ємності та енергії, що принаймні в два рази більша, ніж у інших типів акумуляторів. Сучасна технологія ЛІА рухається також в бік збільшення питомої потужності, що особливо актуально для військової техніки різного призначення. В промислових масштабах виготовляються ЛІА декількох електрохімічних систем в різних типорозмірах і формах (циліндричні, призматичні, дискові). Якщо враховувати в сукупності технічні, економічні та експлуатаційні особливості, то абсолютно ідеального ЛІА для застосування у військовій техніці не існує. Можна говорити лише про «розумний компроміс» комплексу параметрів для кожного конкретного застосування (ємність, енергія, потужність, термін і температурний діапазон експлуатації, вартість та ін.). Кожна електрохімічна система ЛІА має свої особливості застосування. Нехтування цими особливостями або їх ігнорування часто призводить до того, що обраний ЛІА не відпрацьовує гарантований ресурс, не може забезпечити необхідний струм розряду та напругу. Необхідно зазначити, що широкому застосуванню ЛІА у військовій техніці іноді перешкоджає висока ціна і можливість загоряння батареї при неправильній експлуатації.

Колективом Київського національного університету технологій та дизайну розроблені безпечні гібридні електрохімічні конденсатори (ГЕК) на основі технології ЛІА. ГЕК забезпечують високу питому потужність (до 10 кВт/кг) при енергії в межах 10-80 Вт×год/кг. Вони можуть бути успішно використані в поєднанні з ЛІА для зменшення пікових навантажень на акумулятор. Це дозволяє суттєво збільшити ресурс літій-іонного акумулятора та значно покращити безпеку джерела живлення [14].

Спеціалісти з Університету Райса розраховують на плівки з вуглецевих нанотрубок, щоб створити літій-металеві батареї високої потужності, які зможуть замінити традиційні літій-іонні батареї. Вуглецева нанотрубка - це алотропна модифікація вуглецю, що представляє собою порожню циліндричну структуру діаметром від десятих до декількох десятків нанометрів і довжиною від одного мікрометра до декількох сантиметрів, що складається з однієї або декількох згорнутих у трубку графенових площин (графен - найтонша, одноатомна плівка вуглецю). Лабораторія хіміка Джеймса Тура показала, що тонкі плівки з нанотрубок ефективно гальмують відростки, які проростають природно з незахищених літєвих металевих анодів у батареях. Згодом ці дендрити, подібно щупальцям, можуть проколувати електролітичне ядро батареї і досягати катода, після чого батарея виходить з ладу. Їхні літєві елементи заряджаються набагато швидше і можуть зберігати в 10 разів більше енергії за обсягом, ніж літій-іонні електроди, які сьогодні можна знайти в будь-якому електронному обладнанні [15, 16].

Системи високоефективного енергоживлення військової апаратури в польових умовах від фотоелектричних модулів та суперконденсаторів. Суперконденсатор (іоністор, ультраконденсатор, двошаровий електрохімічний конденсатор) - електрохімічне обладнання [17]. З появою іоністорів стало можливим використовувати конденсатори в електричних колах не тільки як перетворюючий елемент, але і як джерело напруги. Широко застосовуються в якості заміни батарейок для зберігання інформації про параметри виробу при відсутності зовнішнього живлення.

Компанія Sunvault Energy Inc. разом з Edison Power Company вдалося створити найбільший у світі графеновий суперконденсатор ємністю 10 тисяч Фарад [18]. Тут потрібно нагадати про головну відмінність

суперконденсаторів від акумуляторів – якщо перші швидко заряджаються і розряджаються, але накопичують мало енергії, то акумулятори - навпаки. Зазначимо основні переваги графенових суперконденсаторів.

1. Швидка зарядка - конденсатори заряджаються приблизно в 100-1000 раз швидше акумуляторів. Великі максимальні струми зарядки і розрядки.

2. Мала деградація навіть після сотень тисяч циклів заряду/розряду. Проводилися дослідження з визначення максимального числа циклів заряд-розряд.

3. Компактність і щільність енергії. Новий графеновий суперконденсатор вражає не тільки своєю фантастичною ємністю, що перевершує відомі зразки приблизно в тисячу раз, але і компактністю. Високий внутрішній опір у більшості іоністорів (перешкоджає швидкому саморозряду, а також перегріву та руйнуванню). Щільність потужності іоністора залежить від внутрішнього опору. В останніх моделях іоністорів внутрішній опір достатньо малий, що дозволяє одержувати потужність, порівнянну з акумуляторною.

4. Іоністор має тривалий термін служби (при 0.6  $U_{ном}$  близько 40000 годин з незначним зниженням ємності).

5. Мала вага в порівнянні з електролітичними конденсаторами подібної ємності.

6. Безпечність і екологічність. Вони значно безпечніші акумуляторів, які гріються, містять небезпечну хімію, а іноді ще й вибухають. Сам графен є хімічно неактивний і екологічний.

7. Неполарність (хоча на іоністорах і зазначені "+" і "-", це робиться для позначення полярності залишкової напруги після його зарядки на заводі).

8. Мала залежність від навколишньої температури: можуть працювати як на морозі, так і в спеку.

9. Велика механічна міцність: виносять багаторазові перевантаження.

10. Невелика вартість: якщо звичайні літій-іонні батареї коштують порядку 500 доларів за 1 кВт·год енергії, що накопичується, то суперконденсатор - усього 100 доларів, а в перспективі вартість може знизитись до 40 доларів. За своїм складом це звичайний вуглець - один з найпоширеніших на Землі хімічних елементів.

11. Простота нової технології одержання графена. Величезні території і капіталовкладення, маса робітників, отруйні та небезпечні речовини, які використовуються в технологічному процесі літій-іонних батарей - усе це різко контрастує з різкою простотою нової технології одержання суперконденсаторів.

Фірма працює над тим, щоб графенові накопичувачі енергії можна було виготовляти звичайним печатанням на 3Д-принтері - а це зробить їхнє виробництво не тільки копіюваним, але й практично загальнодоступним. А в комбінації з недорогими сонячними панелями (сьогодні їх вартість знизилася до 1,3 долара за Вт), графенові суперконденсатори нададуть віськовослужбовцям шанс знайти енергетичну незалежність, взагалі відключившись від мереж електропостачання. Таким чином, графенові суперконденсатори - це прорив в області накопичення енергії. Величезний по строках цикл життєдіяльності, а також здатність суперконденсатора заряджатись за максимально короткий проміжок часу дозволяють конструкторам вирішувати з їхньою допомогою складні завдання при проектуванні різних приладів. Але недоліком графенових конденсаторів є низький показник їх питомої енергії. У середньому суперконденсатор має показник питомої енергії порядку 5-8 Вт·год/кг, що робило графеновий виріб залежним від необхідності часто забезпечувати підзарядку. Однак, австралійські співробітники кафедри вивчення виробництва матеріалів з Мельбурна зуміли у 12 разів збільшити питому енергетичну щільність конденсатора із графена. Тепер цей показник у нового конденсатора рівний 60 Вт·год/кг. Винахідники зуміли вирішити проблему швидкої розрядки графенового суперконденсатора. Тепер їх суперконденсатор розряджається повільніше, ніж навіть стандартний акумулятор.

Вимірювання характеристик дослідних суперконденсаторів показали, що їх електрична ємність становить близько 150 Фарад/грам, щільність зберігання енергії становить 64 Ват/кілограм, а щільність електричного струму досягає 5 ампер/грам. Усі ці характеристики співвимірні з аналогічними характеристиками літій-іонних акумуляторів, щільність зберігання енергії яких становить від 100 до 200 Ват/кілограм. Але в цих суперконденсаторах є одна величезна перевага, вони можуть повністю



заряджатися або повністю віддавати весь накопичений заряд усього за 16 секунд. І цей час є найшвидшим часом заряду-розрядки на сьогоднішній день [19]. При цьому виріб в 5 раз тонше звичайного листа паперу. Крім того, його виготовлення не вимагає стерильних умов або екстремальних температур. Графенові суперконденсатори можуть працювати на більш високих частотах, а гнучкість графена дозволяє створювати на його основі надзвичайно тонкі та гнучкі прилади акумулювання енергії, які можна використовувати в гнучкій електроніці. Крім простоти виробництва, графенові суперконденсатори показали досить вражаючі характеристики. Ці прилади накопичення енергії витримали без втрати електричної ємності тисячі циклів заряду-розряду. При цьому, електрична ємність таких суперконденсаторів практично не змінилася після того, як гнучкий суперконденсатор було деформовано 8 тисяч разів підряд. Розроблена технологія дозволяє робити тонкі та гнучкі суперконденсатори, які можуть стати компонентами гнучкої електроніки або джерелами енергії для електроніки, що носить, яка може бути вбудована прямо в одяг бойового екіпірування військовослужбовця.

Втім, потреби в акумуляторних потужностях у майбутньому оперативному просторі будуть суттєво краще контролюватися за рахунок розширеного застосування смартфонів та іншого обладнання кінцевого користувача, які дозволяють на одній платформі виконувати кілька завдань. У рамках програми *Nett Warrior* в перспективні варіанти екіпірування можуть бути включені такі системи, як, наприклад, обладнання для навігації при стрибку з парашутом, снайперських балістичних обчислень, догляду за пораненими, перекладу з іноземних мов, виявлення теплових ознак помітності, а також багато інших.

Очікується, що найефективніше зниження маси спорядження для військовослужбовця буде досягнуто за рахунок впровадження бездротової технології, яка дозволить об'єднати в мережу і постачати енергією самі різні системи та обладнання, що носяться сучасним солдатом. Крім того, є необхідність впровадження стандартизованих конекторів і акумуляторів, що дозволять підвищити взаємодію у всьому бойовому просторі відповідно до зростаючих потреб багатонаціональних операцій.

Удосконалення системи енергозабезпечення за рахунок вирішення проблеми збільшення терміну автономної роботи системи енергозабезпечення за напрямками: понизження рівня енергоспоживання всіх електронних пристроїв (наприклад, збільшивши енергоефективність дисплеїв, зменшивши тепловіддачу процесорів, упровадивши активний контроль користування пристроями); збільшення енергоемності акумуляторних батарей і (шляхом зміни хімічного складу і фізичного розподілу елементів, застосування нових технологій енерговіддачі); забезпечення електронних пристроїв засобами автоматичної зарядки (сонячними батареями, механічними зарядними пристроями, спеціальними реагентами, що заряджають); вирішення проблеми сполучних кабелів та проводів.

Активно розробляються системи натільного захисту з інтегрованими сполучними елементами для обладнань і приладів. Однієї з найбільш зрілих з технологічної точки зору систем є концепція *Broadsword* компанії *BAE Systems* [20]. *Broadsword* – це сімейство взаємозалежних компонентів для бойового екіпірування наступного покоління. *Broadsword* інтегрується в систему натільного захисту і за рахунок так званої електронної тканини в комбінації із системою управління енергоспоживанням та даними постачає споживачів енергією і даними. Ця електронна тканина, виткана із електропровідних ниток, утворює оригінальну мережу розподілу енергії і передачі даних, що дозволяє одержати гнучку, міцну, легку та менш помітну систему інтегровану в розвантажувальні системи, а також виключити проблеми, пов'язані із заплутуванням проводів. Перевага концепції *Broadsword* полягає в тому, що все обладнання і прилади підключаються та обмінюються даними при мінімальній наявності кабелів і проводів.

Система, інтегрована з натільним захистом, складається з восьми портів електрозабезпечення і даних, розташованих на жилеті, що дозволяє підключати різні прилади та обладнання, включаючи прилади нічного бачення, приціли і радіостанції, та автоматично управляти ними за допомогою вбудованого комп'ютера, який є частиною електронної тканини. Загальна потужність енергопостачання становить до 5 вольт-амперів, тоді як швидкість передачі даних становить до 480 Мегабіт на секунду. У той же час центральний накопичувач енергії *Central Energy Store* являє собою літій-іонний акумулятор з

індикацією рівня заряду у вигляді п'яти світлодіодів. Наявність у системі індукційного зарядного обладнання означає, що солдат може автоматично підключитися до бортової мережі транспортного засобу для заряджання приладових акумуляторів без необхідності фізичного підключення.

Одним із шляхів поліпшення рухливості солдата полягає в розробці екзоскелетів, які дозволяють знизити навантаження на солдата. У цей час на ринку пропонується кілька варіантів, включаючи екзоскелет HULC (Human Universal Load Carrier – екзоскелет для людини на основі універсальної несучої конструкції) компанії Lockheed Martin і сімейство систем XOS компанії Raytheon Sarcos [21]. Конструкція екзоскелета HULC компанії Lockheed Martin передає все навантаження від важких вантажів, які переносяться під час бойових операцій або операцій матеріально-технічного постачання, через титанові ноги із силовим приводом на ґрунт. Екзоскелет HULC може переміщати вантажі масою до 90 кг на відстань 20 кілометрів зі швидкістю 10 км/год. HULC може служити також у якості "основи" для інтегрованих систем, включаючи захист, системи охолодження або обігріву, сенсори та інші елементи спорядження. Первісний варіант екзоскелета одержував енергопостачання від літій-полімерних акумуляторних батарей, що приводять у дію, як і електрогідравлічну систему екзоскелету, а також іншу електроніку військового призначення. У цьому випадку заряду акумуляторних батарей вистачало приблизно на 24 години безперервної дії. Але 24 години дії це строк, набагато менший терміну, ніж середній час виконання операцій військовослужбовцями спецпідрозділів. Тому компанія Lockheed Martin у співробітництві з компанією Protonex Technology Corporation розробили принципово нову систему енергопостачання, що використовує паливні елементи, здатні перетворити в електроенергію практично будь-який вид вуглеводного палива, починаючи від зрідженого газу пропан-бутан (LPG) і закінчуючи гасом і дизельним паливом. Завдяки цьому кількість акумуляторних батарей, установлюваних на екзоскелеті, зменшувалась у два рази, значно збільшивши корисну вантажопідйомність. При цьому, використання паливних елементів для енергопостачання та зарядки акумуляторів дозволило збільшити час безперервної автономної роботи до 72 годин, а у випадку поповнення запасів палива і на більший період часу [22]. HULC приводиться в дію електрогідравлічною системою, управління якої здійснюється за допомогою малогабаритного вбудованого комп'ютера. Завдяки системі "розумних" датчиків досягається повна синхронізація рухів екзоскелета з рухами людини, що його носить. При цьому, використання HULC ніяк не обмежує волю рухів людини, у ньому можна глибоко присідати навпочіпки, пересуватися повзком і підніматися з лежачого положення, практично затрачаючи на це мінімум фізичних зусиль.

Компанія Protonex Technology Corporation відома тим, що займається розробкою та випуском компактних, легких і високоефективних енергетичних систем на базі паливних елементів. У цей час лінійка продукції компанії являє собою автономні, портативні енергосистеми, що перебивають діапазон потужності від 100 до 1000 Ват, що й дозволяють одержувати безперервне енергопостачання споживачів, що перебувають далеко від енергомереж та інших джерел енергії.

Сучасна армія в більшості випадків покладається на різну техніку і прилади, які працюють від електричної енергії. Але що робити, якщо всі акумулятори в ході виконання багатоденної бойової операції сіли, а генератора під рукою немає? Американські військові розробили чудо-порошок, навіть маленька жменя якого, контактуючи з водою, здатна виробити вражаючу кількість енергії, якої цілком вистачить для того, щоб підзарядити важливі прилади. У ході одного з експериментів Дослідницької лабораторії американської армії вони змішали наногальванічний порошок на основі алюмінію з водою і стали свідками неймовірно бурхливої хімічної реакції гідролізу, у результаті якої вода розщепилася на складові молекули кисню і водню. Раніше алюміній уже застосовувався для одержання водню, але для запуску такого процесу був необхідний каталізатор у вигляді температури, хімічних компонентів або електрики [23]. Новий наноматеріал уможливив здійснення гідролізу без усіляких добавок і додаткових впливів ззовні. Просто насипаєш порошок у воду та одержуєш енергію. При цьому реакція відбувається дуже швидко. Науковці підрахували, що в такий спосіб з 1 кілограма порошку можна зробити 220 кіловат

енергії всього за 3 хвилини. У ході лабораторних тестів науковці зібрали невелику радіокеровану модель танка та оснастили її гідролізним двигуном на основі нового матеріалу. Дослідники певні, що поточну ефективність порошку в майбутньому можна буде збільшити як мінімум удвічі.

Шведським дослідникам вдалося відразу вдвічі підвищити ефективність органічних напівпровідників, це відкриває дорогу електроніці, що носить, і більш ефективним сонячним панелям. Завдяки новому підходу багато технологій, заснованих на органічних напівпровідниках, стануть, нарешті, комерційно вигідними [24]. Їхні технології, засновані на органічних напівпровідниках, знайдуть застосування в гнучкій електроніці, біоелектроніці та термоелектричних обладнаннях.

Дослідники з Віденського технічного університету вперше синтезували полімер типу S-PPV, який раніше був відомий тільки в теорії і вважався дуже багатообіцяючим. У порівнянні з існуючими аналогами, він більш стабільний і краще проводить електричний струм. Як відзначає Science Daily, новий полімер буде особливо корисний при виробництві світлодіодів і сонячних елементів.

На думку експертів MIT Technology Review, гнучкі обладнання стануть одним з головних трендів розвитку електроніки в 2020 році. Крім того, одержать широке поширення бездротові зарядні обладнання, зв'язок формату 5G і розумні навушники [24].

Консорціум, яким буде завідувати дослідницька лабораторія ВПС США, додатково одержить 96 мільйонів доларів і займеться розробкою та виробництвом так званої гнучкої гібридної електроніки для її інтеграції з різними матеріалами. Таку електроніку можна буде розтягувати, скручувати або згинати, щоб потім використовувати в обшивці літаків, кораблів та інших системах озброєння. Солдати також зможуть носити її на своєму тілі. Нова технологія дозволяє використовувати гнучкі матеріали для створення електроніки наступного покоління. Швидкий розвиток нових технологій змушує Пентагон взаємодіяти із приватними компаніями, а не розробляти більшу частину технологій самостійно [25].

Британська лабораторія оборонної науки і техніки оголосила про те, що почала пошук партнерів з проведення дослідницького проекту з вивчення людських факторів стосовно до КБЕ солдата. У цілому було виділено 56,8 мільйона доларів на чотирирічну програму, у якій візьмуть участь науковці, військові та виробничники. Програма одержала назву Dismounted Soldier System Engine Room (рушійна сила системи спішеного солдата), у ній буде зроблений акцент на поставці інтегрованої солдатської системи в рамках британської ініціативи Future Soldier Vision, перший етап якої (Vertus Pulse 1) виконується в цей час в 16-й повітряно-штурмовій бригаді та 36-й бригаді "командос". За даними британської лабораторії, ця концепція дасть можливість постачальникам мати уявлення того, як буде виглядати солдат у майбутньому, що дозволить спростити розробку зброї наступного покоління та інтеграцію індивідуальних систем енергопостачання і обробки даних.

З метою подальшого підвищення рівня енергооснащеності військовослужбовця до складу екіпірування ARIELE включили систему BRACES (Bionic Regenerative Active Energy System - біонічна система активної регенерації енергії), яка трансформує рухи солдата в електричну енергію. Година рухів може дати в середньому до 6 Вт×год електроенергії, яка може бути використана для зарядки акумуляторів бездротовим способом через зарядну панель [9]. Розроблені американцями черевики перетворюють кожний крок солдата в невеликий заряд енергії для живлення акумуляторних батарей бойової техніки [26].

Перспективним напрямом є застосування нейросистем у приладно-прицільному комплексі солдата XXI століття, що забезпечить зменшення його маси в п'ять - сім разів, енергоспоживання - до десяти разів.

Сьогодні пріоритетним напрямом залишається впровадження нанотехнологій при виробництві акумуляторів, що дозволить підвищити в десятки разів ефективну енерговитрату батарей. Таким чином, вже в найближчому майбутньому можна буде автономно працювати по 40-50 годин без додаткового заряджання. У КБЕ солдата майбутнього буде інтегрована підсистема живлення, що використовує мікротурбіни потужністю від 2 - 20 Вт, що працюють від паливних елементів з рідким вуглеводнем (10 рідких унцій такого палива має вистачити на 6 днів), а так само на базі полімерних нановолокон елементів

живлення, вбудованих в обмундирування для резервного живлення. Також є можливість забезпечити костюм солдата рядом гнучких сонячних панелей, які будуть вмонтовані в костюм. Тоді автономність солдата помітно зросте [12].

Незвичайно цікавим та перспективним вважаємо повідомлення, що київські науковці під керівництвом кандидата технічних наук Владислава Кисельова створили нове джерело електричної енергії – батарею, яка використовує технологію паливних комірок (електрохімічний пристрій) та тритій. «Батарея майбутнього» зможе працювати до 12 років, при цьому її вартість значно менша за схожі американські розробки. Винахідник порівнює свою розробку із аналогом від американської фірми City Labs, однак наголошує, що його виріб дає силу струму більшу в тисячу разів. Нині із заявлених автором 12 років служби батарея пропрацювала майже півтора року. Великий строк служби батареї забезпечує тритій, один із ізотопів водню. Не зважаючи на те, що він є радіоактивним елементом, здоров'ю він не загрожує – радіоактивні  $\beta$ -частинки мають недостатню енергію для проникнення в людське тіло. (Тритій Н3 - ізоп водню з періодом напіврозпаду 12,26 років, тип розпаду  $\beta$ - (електрон) з енергією 0,0186 МеВ.) Винахідник уточнив, що батарея не тримає енергію, а виробляє її. Термін роботи батареї – 12 років – обумовлений періодом напіврозпаду тритію. Розрахунки показують, що на основі закладених в ній ідей можна створити екологічно чисту електростанцію майбутнього. За розміром батарея трохи більша за сірникову коробку [27]. Винахід вже приніс своїм авторам перемогу на одному із найпрестижніших в Україні міжнародних конкурсів наукових проєктів Sikorsky Challenge.

### Висновки

Багаточисельні армії залишилися в минулому завдяки сучасному розвитку техніки, економічних і демографічних причин. Сьогодні військові сили НАТО (США і Європи) приступили до реалізації спільних програм, спрямованих на зменшення персоналу військ, модернізацію і реструктуризацію оперативних можливостей. А це стає можливим при досягненні принципово нового рівня бойової ефективності, захищеності та автономності дій солдата на полі бою насамперед за рахунок оснащення його бойовими, що забезпечують, і допоміжними системами нового покоління (разом з тим і системою енергозабезпечення КБЕ), інтегрованими в єдиний комплекс. Роботи з доведення характеристик системи енергозабезпечення комплексу бойового екіпірування до необхідного рівня здійснюються з використанням нових технологічних напрацювань, які частково представлені в даній статті. З них в першу чергу необхідно звернути увагу на використання суперконденсаторів, а також на розробку українських науковців батареї на основі тритію.

Інновації не обмежуються оборонною промисловістю, оборонні відомства могли б глянути і на цивільний ринок у пошуках проривних технологій (з метою допомогти адаптувати цю технологію під потреби сил спеціальних операцій).

### Список використаних джерел

1. Концепція створення комплексу бойового екіпірування військовослужбовців Збройних Сил України, затверджено наказом Міністра оборони України від 10.12.2014 № 876.
2. Основні напрями розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 червня 2017 р. № 398-р.
3. Колосов Д. Военнослужащий сухопутных войск ФРГ XXI века (2017). Д. Колосов. Зарубежное военное обозрение, 2017 №1. С. 53–59.
4. Современные тенденции создания боевой экипировки «Солдат будущего»: <http://kaspex.kz/ru/news/53-sovremennye-tendentsii-sozdaniya-boevoy-ekipirovki-soldatbudushchego.html?template=mobiletemplate>.
5. Солдат майбутнього: екзоскелет, наноброня, системи віртуальної реальності: <http://vikna.if.ua/cikavo/64639/view>.

6. Солдати майбутнього: маскування і електронні гаджети: <http://wartime.org.ua/23254-soldati-maybutnogo-maskuvannya-elektronn-gadzheti.html>.
7. Машиовець К. Від батарейки для прицілу – до екзоскелета, або про сучасні тенденції розвитку програми «Солдат майбутнього». / К. Машиовець // Народна армія. газ., 2017. – №85(5420). – С.10-11.
8. Современный солдат. Часть 4. Военное обозрение. Вооружение: <https://topwar.ru/99826-sovremennyy-soldat-chast-4.html>.
9. Земля воїн: [https://translate.google.com/translate?hl=ru&sl=en&tl=uk&u=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FLand\\_Warrior](https://translate.google.com/translate?hl=ru&sl=en&tl=uk&u=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FLand_Warrior).
10. FELIN – французская экипировка солдата будущего. Военное обозрение: <https://topwar.ru/4129-felin-francuzskaya-yekipirovka-soldata-budushhego.html>.
11. Современный солдат и его снаряжение. Военное обозрение. Вооружение: <https://topwar.ru/131544-povyshenie-boevoy-effektivnosti-soldata-za-schet-novogo-snaryazheniya.html>.
12. Аналіз перспективних комплектів екіпіровок для військовослужбовців провідних країн світу з можливістю моніторингу життєдіяльності особового складу / Ю.І. Кундієв, О.В. Палагін, І.А. Лурінта та ін. // Харківська хірургічна школа. 2015. № 3 (72). С. 95–101.
13. Ратник (экипировка) – подробный обзор: <https://forma-odezhda.ru/encyclopedia/ratnik-ekipirovka/>.
14. Барсуков В. З., Хоменко В. Г. Акумуляторні батареї та гібридні електрохімічні конденсатори з високою питомою потужністю та енергією. V міжнародна науково-практична конференція. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки. Тези доповідей 11–12 жовтня 2017 року, м. Київ. С. 102.
15. Нанотрубки подарят нам батареи получше: <https://hi-news.ru/technology/nanotrubki-podaryat-nam-batarei-poluchshe.html>.
16. Мартинюк В. В., Льчук Г. А., Петрусь Р. Ю. Високоєфективні системи енергоживлення військової апаратури в польових умовах від фотоелектричних модулів та суперконденсаторів. V міжнародна науково-практична конференція. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки. Тези доповідей 11–12 жовтня 2017 року, м. Київ. С. 165–167.
17. Википедия: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80>. DOI: [https://doi.org/10.33941/age-info.com21\(2\)201806](https://doi.org/10.33941/age-info.com21(2)201806).
18. Графеновый суперконденсатор емкостью 10 тысяч Фарад: <https://scorcher.ru/journal/art/art2359.php>.
19. Суперконденсатор на основе графена в 6 раз превосходит по ёмкости современные аккумуляторы: <https://www.imena.ua/blog/super-charge-graphen/>.
20. Универсальный солдат и его снаряжение. Военное обозрение. Часть 3: <http://topwar.ru/86981-universalnyy-soldat-i-ego-snaryazhenie-chast-3.html>.
21. Универсальный солдат и его снаряжение. Военное обозрение. Часть 4. Заключительная: <http://topwar.ru/print.page,1,87212-universalnyy-soldat-i-ego-snaryazhenie-chast-4-zaklyuchitelnaya.html>.
22. HULC – экзоскелет для солдат с питанием от топливных элементов. Военные технологии: <https://www.dailytechinfo.org/military/965-hulc-yekzoskelet-dlya-soldat-s-pitaniem-ot.html>.
23. Создан порошок, способный обеспечить американскую армию: <https://hi-news.ru/technology/sozdan-poroshok-sposobnyj-obespechit-amerikanskuyu-armiyu-energiej.html>.
24. Совершен прорыв в эффективности органических полупроводников: <http://internetua.com/sovershen-proryv-v-effektivnosti-organicseskih-poluprovodnikov>.
25. Пентагон объединяется с Apple и Lockheed Martin для создания гибридной носимой электроники: <https://hi-news.ru/technology/pentagon-obedinyaetsya-s-apple-i-lockheed-martin-dlya-sozdaniya-gibridnoj-nosimoy-elektroniki.html>.

26. Американских солдат обуют в электрогенерирующие ботинки: <https://hi-news.ru/technology/amerikanskix-soldat-obuyut-v-elektrogeneriruyushhie-botinki.html>.

27. Українські вчені розробили батарею, яка працює 12 років: [https://zik.ua/news/2016/11/04/ukrainski\\_vcheni\\_rozrobyly\\_batareyku\\_yaka\\_pratsyuie\\_12\\_rokiv\\_985643](https://zik.ua/news/2016/11/04/ukrainski_vcheni_rozrobyly_batareyku_yaka_pratsyuie_12_rokiv_985643).

**Рецензент:** В.С. Мінасов, к.військ.н., проф., Військова академія (м. Одеса).

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСА БОЕВОЙ ЭКИПИРОВКИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

А. Гончарук, В. Оленев, В. Шлапак, В. Дидык

*Определено место системы энергообеспечения в комплексе боевой экипировки военнослужащих подразделений военной разведки Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины и перспективные направления усовершенствования этой системы с использованием опыта ведущих стран мира.*

**Ключевые слова:** боевая экипировка, система энергообеспечения, аккумуляторы, суперконденсаторы.

## PERSPECTIVE DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF SYSTEM POWER SUPPLY COMPLEX BATTLE EQUIPMENTS OF SERVICEMEN

A.Goncharuk, V.Olenev, V.Shlapak, V.Didyk

*The generalized analysis of the main objectives allows to claim creation of a complex of the fighting serviceman of equipment of the Armed Forces of Ukraine that performance of all goals and tasks on prospect has to be provided and be followed by the effective system of scientific research and scientific support of state programs, developments of all systems and elements of a complex fighting equipments (CFE). Therefore the analysis of global trends in development and experience of creation and/or improvement of CFE, synthesis of the general requirements (tactical and technical, operational, etc.) to it, justification of requirements to systems and elements of a complex fighting equipments of the military personnel of units of military intelligence of Ground forces of the Armed Forces of Ukraine is a relevant task.*

*For increase in opportunities of the certain serviceman at execution of fighting tasks need of carrying out broad experimentally theoretical tests on creation, operation and the directions of development of CFE in general, and the systems of power supply as a component of a complex fighting equipment, in particular exists by it.*

*The main criterion for evaluation of system effectiveness of power supply of CFE is an ensuring performance by the military personnel a task during a certain term and their survival after its performance by providing the CFE elements with electric energy without additional deliveries of expendables.*

*The analysis of modern CFE and also that which are developed according to the program under the name "Soldier of the Future" shows big saturation electronic devices which weak spot is power supply. So, the system of power supply is one of problematic issues of creation of CFE. Therefore, development of systems of power supply of the s military personnel self-powered that are capable to ensure functioning of CFE devices, throughout certain time, without restrictions of movement for the purpose of performance of a task by the serviceman is a relevant task.*

*Works on finishing characteristic of the system of power supply of a complex fighting to equipment to necessary level are carried out with use of new technological practices which are partially presented in this article. From them first of all it is necessary to pay attention to use of supercondensers and also to development of the Ukrainian scientists of the battery on the basis of tritium.*

*The location of the system of power supply is determined in a complex battle equipments of servicemen of subdivisions of military secret service of Ground forces of the Armed Forces of Ukraine and perspective directions of improvement of this system with the use of experience of leading countries of the world.*

**Keywords:** battle equipment, system of power supply, accumulators, supercondensers.