

О.О. Казіміров<sup>1</sup>, І.М. Майборода<sup>1</sup>, І.Л. Костенко<sup>2</sup>, К.В. Власов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національна академія Національної гвардії України, Харків

<sup>2</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## КОНФІГУРАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОГО ОБ'ЄКТУ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

*Розглядається склад системи автономного електроживлення на основі використання такого альтернативного джерела енергії як Сонця. Проводиться розрахунок основних параметрів системи для забезпечення автономного електроживлення військового об'єкту, працюючому в аварійному режимі. Результати статті можуть бути використані при конфігурації автономних систем електроживлення на основі використання сонячної енергії відповідно до потрібного режиму функціонування об'єкту.*

**Ключові слова:** сонячна панель, інвертор, акумуляторна батарея, контролер.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Зменшення в природі запасів традиційних джерел енергії спонукає людство вже зараз шукати інші джерела енергії – альтернативні. З відомих альтернативних видів енергії особливий інтерес викликає енергія Сонця. До переваг сонячної енергії можна віднести відтворюваність цього джерела енергії, безшумність, відсутність шкідливих викидів в атмосферу при переробці сонячного випромінювання в інші види енергії. На жаль, поряд з перевагами є і недоліки цього альтернативного виду енергії. До основних з них можна віднести: залежність інтенсивності сонячного випромінювання від добового і сезонного ритму та необхідність великих площ для будівництва сонячних електростанцій. Незважаючи на вказані недоліки, сонячна енергія на даний час розглядається як головний вид альтернативної енергії. Дослідження показують, що географічні умови розташування України, дозволяють отримувати потрібну кількість сонячної енергії протягом усього року [1].

Одним з головних завдань при створенні систем автономного електроживлення на основі використання сонячної енергії є їх конфігурація в залежності від режиму електроспоживання об'єкту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На жаль, дослідження та публікації, що на сьогодні відомі, мають різний підхід до розрахунку параметрів основних елементів систем електроживлення на основі використання сонячної енергії.

Крім того, в цих роботах не враховуються режими роботи об'єктів, які повинні бути забезпечені системами автономного електроживлення за рахунок використання енергії Сонця [2].

Це ускладнює побудову енергоефективної та фінансово-економічної системи.

**Мета статті** – запропонувати конфігурацію системи автономного електроживлення військового об'єкту на основі використання сонячної енергії, що буде відповідати вимогам енергоефективності та фінансової економічності.

### Виклад основного матеріалу

Структурно система автономного електроживлення на основі використання сонячної енергії включає наступні основні складові (рис. 1).

Первинний перетворювач сонячної енергії в електричну – сонячні панелі з фотоелектричними елементами.

Контролер заряду, що забезпечує формування вихідної напруги первинного перетворювача, зарядку акумуляторів і (опційно) подачу низьковольтного постійного струму в навантаження.

Електрохімічні акумулятори запасують енергію в період її надлишку і подають її в систему в період браку при недостатньому освітленні фотоелементів або при тимчасовому зростанні споживання.

Інвертор, що забезпечує перетворення постійного низьковольтного струму від акумуляторів і фотоелементів до побутового або промислового стандарту.

Конфігурація системи полягає в розрахунку потрібних номіналів її основних елементів відповідно до кількості електричної енергії яка потрібна буде для забезпечення того чи іншого режиму роботи об'єкту. Розрізняють наступні режими електроспоживання об'єктів: повний, м'який, помірний, базовий і аварійний [1].

Кожен з режимів визначається специфікою роботи і завданнями об'єкта, який необхідно забезпечувати електроживленням. Розрахуємо параметри системи для забезпечення, наприклад, аварійного режиму електроспоживання.

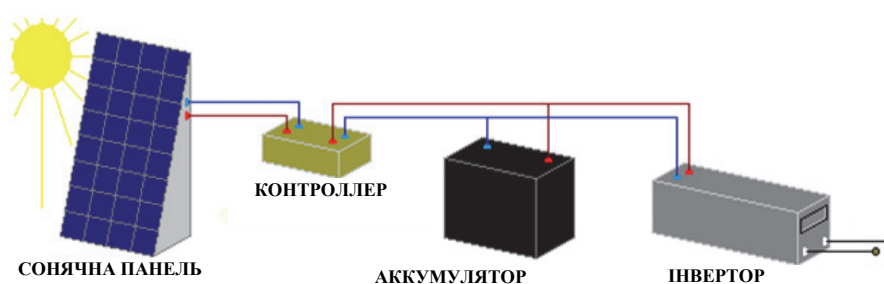


Рис. 1. Склад системи автономного електроживлення на основі використання сонячної енергії

Цей режим передбачає жорстке обмеження енергопотреб, та очікується, що автономна робота в такому режимі триватиме не більше декількох днів підряд. Тому найбільш енергоємні електроприлади можна взагалі не використовувати до відновлення звичайного енергопостачання. Завдання енергопостачання – забезпечити мінімальні зручності і функціонування найважливіших систем життєзабезпечення об’єкту. Для автономного забезпечення протягом цілого року визначеного режиму роботи об’єкту потрібно мати сонячні батареї номінальних потужностей у 3,2 кВт [1].

Визначальними критеріями вибору є дві потужності – номінальна вихідна потужність первинного джерела і максимальна потужність навантаження, причому в загальному випадку ці величини можуть мало корелювати один з одним. Теоретично можна весь літній день заряджати акумулятори від сонячної батареї, повертаючи її слідом за Сонцем і накопичивши 3.2 кВт·год енергії, а ввечері за 40 хвилин витратити її на зварювання, використовуючи інвертор потужністю 5кВт. Але перш ніж вибирати конкретні моделі обладнання, слід визначитися з низько-

вольтною напругою постійного струму, яка буде використовуватися в системі.

#### Вибір напруги системи.

Вихідна напруга системи зазвичай відповідає побутовому стандарту, яким в Україні є змінний струм напругою 220 В і частотою 50 Гц. Зате вибір низьковольтної напруги постійного струму - це напруга на вході інвертора. Вона ж – це номінальна напруга блоку акумуляторів і фотоелектричних панелей.

Стандартні потужні акумулятори мають напругу 12 В. Нескладно знайти 6-вольтові “мотоциклетні” варіанти. Нарешті, можна придбати модулі напругою 2 В і зібрати з них батарею на будь-яку напругу, кратну цьому кроку.

Номінальна вихідна напруга фотоелектричних панелей потужністю від 50 Вт і вище зазвичай або 12, або 24 В, але його також можна нарощувати з відповідним кроком, з’єднуючи батареї послідовно.

Виходячи з того, що контролери не можна каскадувати послідовно, тому їх потрібно обирати виходячи з напруги постійного струму по необхідній вихідній потужності інвертора (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння інверторів для різних напруг постійного струму

Напруга постійного струму	Типова номінальна потужність інвертора	Особливості низьковольтної частини
Номінал 12 В (реально від 10 до 15 В)	Приблизно 1,5 кВт (іноді до 3 кВт)	Немає небезпеки ураження струмом, взаємодіє з різними типами електрообладнання і додатковим обладнанням для легкових автомобілів
Номінал 24 В (реально від 20 до 30 В)	Від 1,5 кВт до 3 кВт (іноді до 5 кВт)	Практично немає небезпеки ураження струмом, взаємодіє з різними типами електрообладнання і додатковим обладнанням для вантажних автомобілів
Номінал 48 В (реально від 40 до 60 В)	Від 2,5 кВт до 5 кВт (іноді до 10 кВт)	Є небезпека ураження струмом
Номінал 96 В (реально від 80 до 120 В)	Від 5 кВт і більше	Велика небезпека ураження струмом

Аналізуючи табл. 1, приходимо до висновку, що напруга 24 В цілком безпечно і підходить для номінальної вихідної потужності інвертора в 3 кВт і

навіть до 5 кВт, а цього цілком достатньо практично для всіх типів споживачів.

**Вибір інвертора.** При виборі інвертора необхі-

хідно врахувати певні їх характеристики:

По-перше, це – форма виробленого струму. “Модифікований синус”, що уявляє собою ступеневе наближення до синусоїдальної форми струму цілком успішно “перетравлюється” практично усіма сучасними побутовими пристроями та електроінструментами. інвертори, що виробляють “чистий синус”, видають струм, форма якого дуже близька до ідеального синусу і зазвичай набагато краще, ніж форма струму в суспільному електромережі. Єдиний недолік цього класу інверторів – вони трохи крупніше і в півтора-два рази дорожче аналогічних інверторів з “модифікованим синусом”.

По-друге, це коефіцієнт корисної дії інвертора. Чим він вищий, тим менше непродуктивні втрати енергії. Більшість сучасних інверторів має ККД більше 90%.

По-третє, це – здатність інвертора працювати в режимі зарядки акумуляторів. При роботі з дешевою енергією ця особливість дозволяє зменшити запас потужності сонячних батарей і знизити вимоги до ємності акумуляторів для найбільш несприятливої ситуації, оскільки при нестачі дармової енергії акумулятори можна зарядити від зовнішньої мережі або від аварійного генератора.

По-четверте, чим детальніше індикація, тим краще. Бажана можливість контролю як вхідної напруги (на акумуляторах), так і вихідної (в розетці). Крім того, необхідним являється наявність захисту від перевантаження і від короткого замикання в навантаженні.

По-п'яте, якщо інвертор допускає короткочасне перевищення номінального навантаження хоча б у півтора-два рази, то це дозволить використовувати

електроприлади, потужність яких дорівнює номінальній потужності інвертора.

По-шосте, корисна функція, яка при повному заряді акумулятора підключає до окремої лінії додаткове навантаження, скажімо водонагрівачі. У сонячні дні це дозволяє з користю автоматично утилізувати надлишок енергії і не допускати витрати енергії на другорядні цілі тоді, коли її мало.

Крім того, треба мати на увазі, що при потужності споживання до 10 кВт набагато зручніше використовувати не трифазну, а однофазну напругу. Це спрощує розведення і усуває проблеми, пов'язані з розподілом фаз по споживачам. До того ж трифазні інвертори складніше і дорожче, ніж однофазні тієї ж потужності.

**Вибір способу з'єднання акумуляторів.** Найбільш широко поширені акумулятори на 12 В, і саме з них зазвичай збираються акумуляторні батареї на будь-яку напругу, кратну цій величині, у тому числі 24 В. Для цього кілька акумуляторів з'єднуються послідовно таким чином, щоб сума їх номінальних напруг відповідала необхідному номінальній напрузі блоку. Всі акумулятори повинні бути одного типу і однієї номінальної ємності і, бажано, належали до однієї і тієї ж партії. Не можна замінювати новим тільки один акумулятор в збірці – всю збірку слід міняти цілком. У блоці на 24 В акумулятори можна замінювати і додавати тільки парами (рис. 2).

**Вибір типу акумуляторів.** Звичайні автомобільні акумулятори придатні для використання в системах автономного електроживлення. Вони менш чутливі до холоду, а протягом декількох секунд навіть при ємності 50 А·год багато з них здатні без шкоди для себе видавати струм більш 200 А.

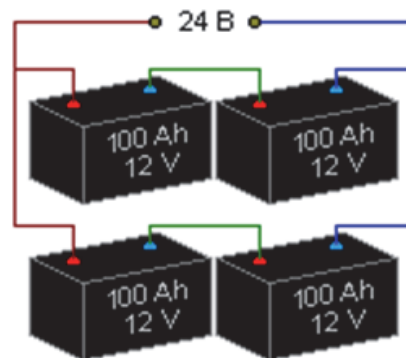


Рис. 2. Паралельне підключення акумуляторних батарей по парам

Але, навіть в самому ощадному режимі їх експлуатації не варто розраховувати, що вони прослужать довше 3...5 років.

В сонячній енергетиці потрібно використовувати акумуляторні батареї, які дозволяють здійснювати тривалі за часом розряди нормальними струмами. Такі акумулятори мають товсті пластини, здатні

годинами віддавати накопичену енергію. Найбільш доцільним з цієї точки зору є застосування гелевих свинцево-кислотних акумуляторів. Їх заявлений термін служби складає 10-12 років за умови розміщення в опалювальному приміщенні.

**Вибір ємності акумуляторів.** Насамперед необхідно визначитися із загальною енергоемністю

блоку акумуляторів. У більшості випадків можна сказати, що робочий енергетичний запас такого блоку слід вибирати приблизно рівним розрахованому середньодобовому споживанню у визначеному режимі. Для аварійного режиму це буде 2 кВт·год.

Оцінимо енергозапас акумулятора, наприклад, акумулятору на 12 В з номінальною ємністю 100 А·год. Якщо судити за номінальною ємністю, то його енергозапас становить  $12 \text{ В} \cdot 100 \text{ А} \cdot 3600 \text{ с} = 4.32 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ , тобто 1.2 кВт·год.

Робочу (тобто розрахункову для граничного випадку) ємність акумуляторів слід вважати в 2.5...3 рази менше від їх номінальної ємності (для забезпечення довговічності акумулятора, глибина його розряду не повинна перевищувати 20% від номінальної ємності) [3].

Таким чином, для забезпечення робочої енергоємності блоку акумуляторів 2 кВт·год слід взяти 4-6 акумуляторів ємністю по 100 А·год, з'єднавши їх у відповідності з обраним низьковольтним напругою за схемою, розглянутою вище.

Сумарна ємність зборок акумуляторів в ампер-годинах повинна в 5...10 разів перевищувати максимальний сумарний струм (в амперах) всіх працюючих на них первинних джерел (скажімо, зборок фотоелектричних панелей) [4]. Струм батареї 3,2 кВт дорівнює 133 А·год. Тобто ємність повинна складати 665-1330 А·год, а це означає що потрібно мати 6-13 акумуляторних батарей.

У нових акумуляторів ємність і час зберігання зазвичай відповідають заявленим значенням. Але при довготривалій експлуатації акумуляторів ці величини можуть помітно скоротитися в порівнянні з початковими. Тому, якщо ми бажаємо мати гарантований запас енергії в перебігу багатьох років, слід збільшити ємність акумуляторів щодо розрахункової рази в 1,5, а то й удвічі (забезпечивши відповідний струм зарядки). До речі, таке збільшення ємності забезпечить і більш ощадний режим робочого розряду акумуляторів, а це також позитивно позначиться на їх довголіття. Тобто, бажано мати 12-26 акумуляторних батарей.

**Вибір дротів.** При токах в десятки і сотні ампер важливе значення мають падіння напруги і тепловиділення на погонний метр дроту. Наприклад, на 10 метрах мідного дроту перетином  $4 \text{ мм}^2$  при струмі в 10 А втрачається 0.44 В напруги і 4.4 Вт потужності. Для низьковольтної системи це дуже багато. Тому довжини дротів низьковольтної частини повинні бути мінімальними, особливо в тому її сегменті, де струм “сконцентрований” і тому найбільш сильний, тобто між контролером, акумулятором і інвертором.

Якщо первинних джерел декілька, бажано підключати їх до контролеру паралельно. Це не тільки дозволить легко відключати і підключати джерела

індивідуально, але і знизить струм по кожній парі проводів, а стало бути, і втрати.

**Вибір сонячних панелей.** Розміри готових панелей зазвичай не надто великі і не перевищують півтора-два квадратних метри при номінальній потужності до 200-300 Вт.

Сумарна потужність панелей фотоперетворювачів повинна відповідати потужності інвертора. Перевищення може бути виправдане при наявності потужного постійного навантаження і потужного блоку акумуляторів або в розрахунку на тривалі періоди похмурої погоди.

Панелі заводського виготовлення часто мають прямокутну форму зі співвідношенням сторін 1: 2 або близьким до нього. Тому, якщо передбачається їх монтаж впритул в кілька рядів, то розміщувати їх можна “стоячи” (довгою стороною вертикально) або “лежачи на боці” (довгою стороною горизонтально).

В даний час майже всі промислово виготовлені панелі фотоелементів великої потужності мають номінальну напругу або 12 В, або 24 В. Краще вибирати 24-х вольтні панелі, оскільки робочі струми у них удвічі менше, ніж у 12-ти вольтових тієї ж потужності [5].

**Вибір типу фотоелементів.** Нарешті, треба вибрати тип фотоелементів. В даний час найбільш часто пропонуються фотоелементи на монокристалічному або полікристалічному кремнії. Монокристалічний кремній зазвичай має ККД в районі 16-18%, а полікристалічний – 12-14%, зате він трохи дешевше. Однак у готових панелях ціна за ват (тобто в перерахунку на вироблювану потужність) виходить майже однаковою, і монокристалічний кремній може виявитися навіть вигідніше. За таким параметром, як ступінь і швидкість деградації, різниці між ними практично немає. У зв'язку з цим вибір на користь монокристалічного кремнію очевидний – при рівній потужності панелі з нього компактніше. Крім того, часто при зниженні освітленості монокристалічний кремній забезпечує номінальну напругу довше, ніж полікристалічний, а це дозволяє отримувати хоч якусь енергію навіть у похмуру погоду і в незначних сутінках. Затє у полікристалічного кремнію зазвичай нижче напруга холостого ходу (тобто при роботі без навантаження – у монокристалічних фотоелементів воно може перевищувати номінал майже вдвічі), нижче і напруга максимальної потужності. Але якщо підключати панель до інвертору й акумулятору не безпосередньо, а через сучасний контролер, то це не має істотного значення.

**Остаточна конфігурація системи.** Враховуючи проведений вище аналіз, можливо визначитись з остаточною конфігурацією системи автономного електроживлення для забезпечення аварійного режиму роботи військового об'єкту (рис. 3).

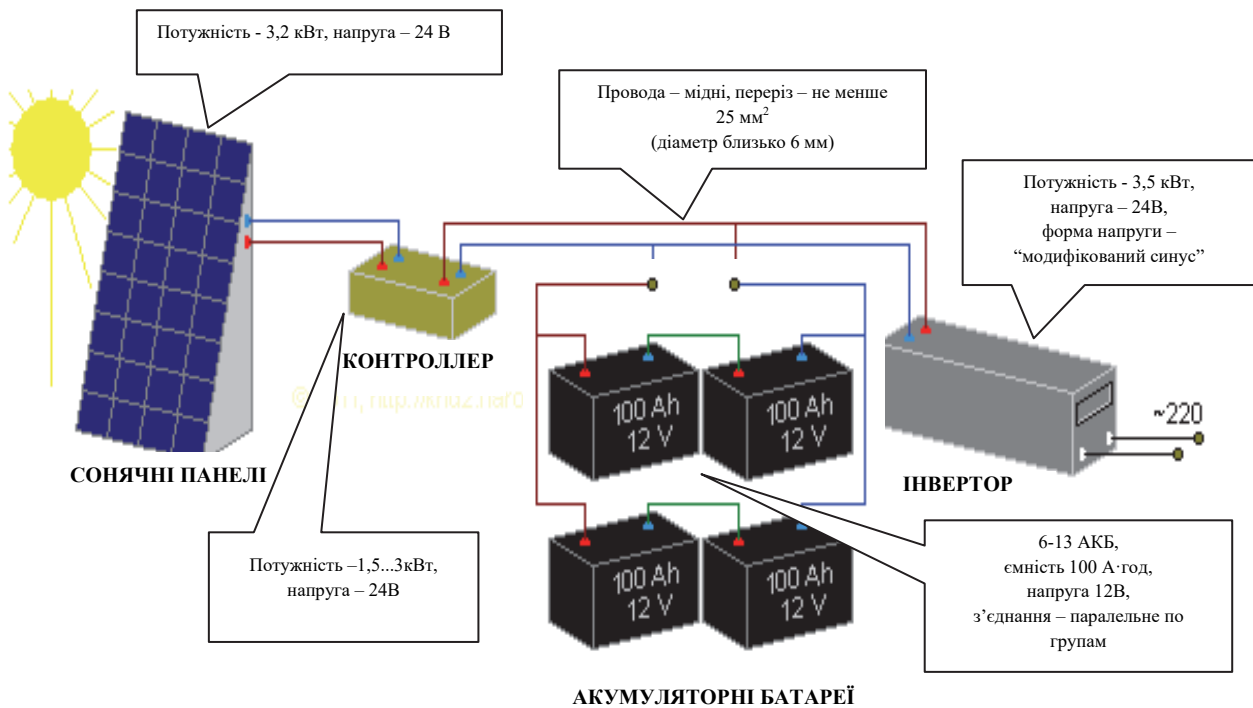


Рис. 3. Конфігурація системи автономного електроживлення для забезпечення аварійного режиму роботи військового об'єкту

Система автономного електроживлення даної структури і визначеними характеристиками буде відповідати вимогам енергоефективності та фінансової економічності. Її використання дозволить зекономити велику кількість як традиційних джерел енергії так й фінансових коштів.

### Висновки

При проектуванні систем електроживлення потрібно враховувати характер функціонування

об'єкта, що буде забезпечуватись енергопостачанням.

Запропонована конфігурацію системи електроживлення на основі використання сонячної енергії дозволить забезпечити автономне електропостачання військового об'єкту протягом всього року. Незважаючи на первісну вартість такої системи, їх подальша експлуатація дозволить зекономити велику кількість як традиційних джерел енергії, так й фінансових коштів.

### Список літератури

1. Дослідження можливостей використання сонячної енергії для автономного живлення об'єкту / О.О. Казіміров, К.В. Власов, А.І. Куртов, А.І. Потіхенський // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – № 1(147). – 2017. – С. 58-61.
2. Щербина О.М. Енергія для всіх. – Ужгород: Вид. В. Падяка, 2009. – 340 с.
3. Германович В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение / Германович В., Турилин А. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2014. – 320 с.
4. Воробьев Р.Н. Некоторые проекты использования солнечной энергии в энергетике / Воробьев Р.Н., Прохорова З.П. – М.: Маска, 2014. – 64 с.
5. Солнечная энергетика. Методы расчетов / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. – М.: Солнечная энергетика МЭИ, 2008. – 317 с.
6. Тарасов Л. Энергия земных недр и солнечных лучей. Эндогенные и экзогенные процессы / Л. Тарасов. – К.: "Університетська книга", 2018. – 238 с.
7. Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.
8. Гибилиско С. Альтернативная энергетика без тайн / Стен Гибилиско. – М.: Эксмо-Пресс, 2010. – 368 с.
9. Gevorkian P. Alternative Energy Systems in Building Design / P. Gevorkian. – New York: McGraw, 2010. – 545 p.
10. Miller D. Selling Solar. The Diffusion of Renewable Energy in Emerging markets. – London: Sterling, VA, 2009. – 306 p.
11. Офіційний сайт GREENLOGIC.COM. Солнечные станции. Режим доступу: <http://greenlogic.com.ua/baza/solnechnaya-insolyatsia-ua.html>.
12. Офіційний сайт SOLAR-BATTERY.COM. Солнечные батареи. Режим доступу: <https://solar-battery.com.ua/printsipialnaya-shema-podklyucheniya-solnechnyih-batarey/>

13. Офіціальний сайт GREENTECHTRADE.COM. Расчет солнечных электростанций. – Режим доступу: <https://greentechtrade.com.ua/ru/raschet/>.

## References

1. Kazimirov, O.O., Vlasov, K.V., Kurtov, A.I. and Potihenskij, A.I. (2017), “Doslidzhennya mozhливостей vikoristannya sonyachnoyi energiyi dlya avtonomnogo zhivlennya ob’yektu” [Explore solar power for offline power], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 1(147), pp. 58-61.
2. Sherbina, O.M. (2009), “Energiya dlya vsih” [Energy for all], V. Padyaka, Uzhgorod, 340 p.
3. Germanovich, V. and Turilin, A. (2014), “Alternativnye istochniki energii i energosberezhenie” [Alternative energy sources and energy conservation], Nauka i tehnika, Sankt-Peterburg, 320 p.
4. Vorobev, R.N. and Prohorova, Z.P. (2014), “Nekotorye proekty ispolzovaniya solnechnoy energii v energetike” [Some projects use solar energy in energy], Maska, Moscow, 64 p.
5. Vissarionov, V.I., Deryugina, G.V., Kuznecova, V.A. and Malinin, N.K. (2008), “Solnechnaya energetika. Metody raschetov” [Solar energy. Calculation methods], Solnechnaya energetika MEI, Moscow, 317 p.
6. Tarasov, L. (2018), “Energiya zemnyh nedr i solnechnyh luchey. Endogennye i ekzogennye processy” [The energy of the earth's interior and the sun's rays. Endogenous and exogenous processes], Universitetska kniga, Kyiv, 238 p.
7. Kashkarov, A.P. (2011), “Vetrogeneratory, solnechnye batarei i drugie poleznye konstrukcii” [Wind turbines, solar panels and other useful structures], DMK Press, Moscow, 144 p.
8. Gibilisko, S. (2010), “Alternativnaya energetika bez tajn” [Alternative energy without secrets], Eksmo-Press, Moscow, 368 p.
9. Gevorkian P. (2010), *Alternative Energy Systems in Building Design*, McGraw, New York, 545 p.
10. Miller D. *Selling Solar. The Diffusion of Renewable Energy in Emerging markets*, Sterling, VA, London, 306 p.
11. The official site of GREENLOGIC.COM (2019), “Solnechnye stancii” [Solar stations], available at: <http://greenlogic.com.ua/baza/solnechnaya-insolyatsia-ua.html>.
12. The official site of SOLAR-BATTERY.COM (2014), “Solnechnye batarei” [Solar panels], available at: <https://solar-battery.com.ua/printsipialnaya-shema-podklyucheniya-solnechnyih-batarey/>.
13. The official site of GREENTECHTRADE.COM (2019), “Расчет солнечных электростанций” [Calculation of solar power plants], available at: <https://greentechtrade.com.ua/ru/raschet/>.

Надійшла до редколегії 14.08.2019

Схвалена до друку 15.10.2019

### Відомості про авторів:

#### Казіміров Олександр Олександрович

кандидат військових наук доцент  
доцент Національної академії  
Національної гвардії України,  
Харків, Україна  
<http://orcid.org/0000-0002-7509-5118>

#### Майборода Ігор Миколайович

кандидат військових наук доцент  
доцент Національної академії  
Національної гвардії України,  
Харків, Україна  
<http://orcid.org/0000-0002-8389-6994>

#### Костенко Ігор Леонідович

кандидат військових наук  
старший науковий співробітник  
начальник науково-дослідного управління  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<http://orcid.org/0000-0003-4595-7727>

#### Власов Константин Валерійович

старший викладач  
Національної академії  
Національної гвардії України,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-6311-0499>

### Information about the authors:

#### Oleksandr Kazimirov

Candidate of Military Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of the National Academy of the  
National Guard of Ukraine,  
Kharkiv, Ukraine  
<http://orcid.org/0000-0002-7509-5118>

#### Ihor Maiboroda

Candidate of Military Sciences Associate Professor  
Senior Lecturer of the National Academy of the  
National Guard of Ukraine,  
Kharkiv, Ukraine  
<http://orcid.org/0000-0002-8389-6994>

#### Igor Kostenko

Candidate of Military Sciences  
Senior Research  
Chief of Scientific Research Department  
of Ivan Kozhedub Kharkiv of the  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-4595-7727>

#### Konstantyn Vlasov

Senior Instructor  
of the National Academy of the  
National Guard of Ukraine,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-6311-0499>

**КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ВОЕННОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

А.А. Казимиров, И.Н. Майборода, И.Л. Колстенко, К.В. Власов

*Рассматривается состав системы автономного электропитания на основе использования такого альтернативного источника энергии как Солнца. Проводится расчет основных параметров системы для обеспечения автономного электропитания военного объекта, работающем в аварийном режиме. Результаты статьи могут быть использованы при конфигурации автономных систем электропитания на основе использования солнечной энергии в соответствии с нужным режимом функционирования объекта.*

**Ключевые слова:** солнечная панель, инвертор, аккумуляторная батарея, контролер.

**AUTONOMOUS ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEMS CONFIGURATION BASED ON SOLAR ENERGY FOR MILITARY FACILITIES**

O. Kazimirov, I. Mayboroda, I. Kostenko, K. Vlasov

*Energy consumption in the history of development of human increased by more than a hundred times (per one person). However, the reserves in the nature of traditional energy sources such as coal, gas and oil are limited. Sooner or later, these sources of energy on the planet will be exhausted. It is therefore necessary to find another source of energy – alternative, non-traditional, renewable. In present time, humanity considers the following alternative sources of energy. These are the sun, wind and water. From all these sources of energy, the energy of the sun is the most interesting. Humanity should have started tapping solar energy long ago. First off all, solar energy is ecologically clean. Secondly, as long as the Earth exists, the sun's energy will be inexhaustible. The advantages of solar energy are renewability of this type of energy, the quiet, the reprocessing of solar radiation into other forms of energy without harmful emissions into the atmosphere. Unfortunately, along with advantages, this alternative source of energy has disadvantages. First off all, solar irradiation intensity depends on the time of a day and time of an year. Secondly, these energy sources require large areas for construction of solar cells. However, solar energy is the main type of alternative energy nowadays. The geographical position of Ukraine allows to get necessary quantity of solar energy. Development of electric power supply systems based on solar energy requires to take into account the modes of operation of facilities. It allows to build energy efficient and economic system. The article considers the autonomous electric power supply systems configuration based on solar energy for military facilities. The autonomous electric power supply system includes next main elements: solar panel, inverter, rechargeable battery, controller. System configuration depends on operation mode of the military facility. These systems are very expensive in constructing. But their operating will save not only traditional energy resources but also a lot of money.*

**Keywords:** solar panel, inverter, rechargeable battery, controller.