

## **Комплексні системи енергозабезпечення автономних об'єктів на базі використання відновлюваних джерел енергії**

### **Комплексные системы энергообеспечения автономных объектов на базе возобновляемых источников энергии**

#### **Complex energy supply systems for the autonomous objects based on the renewable energy sources**

1. **Номер державної реєстрації** 0117U004325
2. **Науковий керівник** – д.т.н., проф. Кудря С. О., Кудря С. А., Kudria Stepan.
3. **Суть розробки, основні результати.**

**(Укр.)** Розроблено систему автономного електроживлення локального об'єкта з використанням фотоелектричної установки та буферних акумуляторів енергії, яка дозволяє балансувати виробіток та споживання електроенергії. Створено математичну модель функціонування комплексного вузла енергозабезпечення на основі відновлюваних джерел енергії, яка враховуватиме кліматометеорологічні умови місцевості при визначенні оптимального співвідношення встановлених потужностей різних джерел, та узагальнену модель узгодженої роботи генеруючого обладнання та підсистеми акумуляування енерговузла. Розроблено методику розрахунку оптимальної структури енерговузла на основі комплексного використання енергії відновлюваних джерел з урахуванням їх потенціалу. Наукова новизна полягає в адаптивності методів прогнозування робочих режимів відповідно до місцевих умов; особливостях розрахункових моделей, які враховують стохастичний характер зовнішніх факторів з різними часовими інтервалами збору та осереднення даних, а також особливості та вимоги до режиму споживання енергії; врахуванні природних особливостей на базі кореляційного аналізу різних факторів впливу на роботу енергосистеми, в тому числі встановленні закономірностей їх розподілу в просторовому та часовому вимірах.

**(Рос.)** Разработана система автономного электропитания локального объекта с использованием фотоэлектрической установки и буферных аккумуляторов энергии, которая позволяет балансировать выработку и потребление электроэнергии. Создана математическая модель функционирования комплексного узла энергообеспечения на основе возобновляемых источников энергии, учитывать климатометеорологических условия местности при определении оптимального соотношения установленных мощностей различных источников, и обобщенную модель согласованной работы генерирующего оборудования и подсистемы аккумуляирования энергоузла. Разработана методика расчета оптимальной структуры энергоузла на основе комплексного использования энергии возобновляемых источников с учетом их потенциала. Научная новизна заключается в адаптивности методов прогнозирования рабочих режимов в соответствии с местными условиями; особенностях расчетных моделей, учитывающих стохастический характер внешних факторов с различными временными интервалами сбора и осреднения данных, а также особенности и требования к режиму потребления энергии; учете природных особенностей на базе корреляционного анализа различных факторов влияния на работу энергосистемы, в том числе установлении закономерностей их распределения в пространственном и временном измерениях.

**(Eng)** The autonomous power supply system for local object based on the photovoltaic panels and a buffer battery has been developed. Such system allows to balance the generation and consumption of energy. A mathematical model of the functioning of a complex power supply unit based on renewable energy sources has been developed. This model takes into account the climatic and meteorological conditions of the locality for determination of the optimal ratio of the installed capacities of different sources, and a generalized model of the

coordinated operation of the generating equipment and the storage subsystem. The scientific novelty is the adaptability of methods for forecasting operating modes according to local conditions; features of calculation models that take into account the stochastic nature of external factors with different time intervals of data collection and averaging, as well as features and requirements for the mode of energy consumption; taking into account natural features based on the correlation analysis of various factors influencing the operation of the grid, including the establishment of patterns of their distribution in spatial and temporal dimensions.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

1. Патент 129991, МПК (2006) H02J 7/00, F03D 9/00 Головка В. М., Коханевич В. П., Шихайлов М. О., Павлов В. Б., Павленко В. Є., Будько В.І. Пристрій для зарядження акумуляторних батарей №u201804673; заявл. 27.04.2018; опубл. 26.11.2018, Бюл. №22.

2. Патент 136585, МПК (2006.01) F03D 9/28 Головка В. М., Коханевич В. П., Шихайлов М. О., Душина Г. П., Кудря С. О., Будько В.І. Вітронасосна установка №u201802299; заявл. 07.03.2019; опубл. 27.08.2019, Бюл. №16.

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Науково технічний рівень виконаної роботи відповідає світовому рівню. Існуючі системи автономного електроживлення локальних об'єктів на основі відновлюваних джерел енергії є чутливими до параметрів потужності джерела енергії. Нові методи балансування перетворенням енергії в за рахунок буферного акумулятору енергії, розроблені авторами проекту, на відміну від існуючих, вирішують задачу вирівнювання виробітку енергії відновлюваним джерелом з її споживанням в залежності від потреби споживача. Конфігурація буферних накопичувачів енергії та силової електроніки, яка використана для розробки експериментального зразка автономної системи електроживлення відповідає дослідженням провідних світових наукових шкіл, спрямованих на розробку перспективних моделей систем електроживлення автономних об'єктів. Високий рівень отриманих результатів підтверджено публікаціями у високо рейтингових журналах та доповідями на провідних закордонних конференціях.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок.**

Термін впровадження розробки складає близько 6 місяців.

#### **7. Потенційні користувачі.**

Міністерство оборони України, Міністерство енергетики України, науково-дослідні, проектно-конструкторські інститути та організації, фірми виробники автономних систем електроживлення на базі відновлюваних джерел енергії. ТОВ «Атмосфера-технології природи», (м. Київ), ТОВ KB Energy, (м. Київ).

#### **8. Стан готовності розробки.**

Розроблено, виготовлено та протестовано дослідний зразок автономної системи електроживлення потужністю 100 Вт. Дослідний зразок підготовлено для використання в польових умовах.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

У відповідності з меморандумом про співробітництво між ТОВ «Атмосфера-Технології природи» (м.Київ) і КПІ ім. Ігоря Сікорського, розроблений дослідний зразок автономної системи електроживлення яка пройшла випробування в польових умовах та підготовлена для подальшого впровадження. Режими роботи автономної системи електроживлення впроваджено при виконанні НДР в Інституті відновлюваної енергетики НАН України. (м. Київ) при створенні комплексного енерговузла для локального об'єкту.

10. Назва підрозділу, телефон, e-mail. КПІ ім. Ігоря Сікорського, факультет електроенерготехніки та автоматики, кафедра відновлюваних джерел енергії, 044-204-81-91, [sa.kudria@gmail.com](mailto:sa.kudria@gmail.com).

## 11. Фото розробки.



Рис. 1. Дослідний зразок мобільної автономної системи електроживлення на основі фотоелектричних перетворювачів та буферного акумулятору енергії потужністю 100 Вт

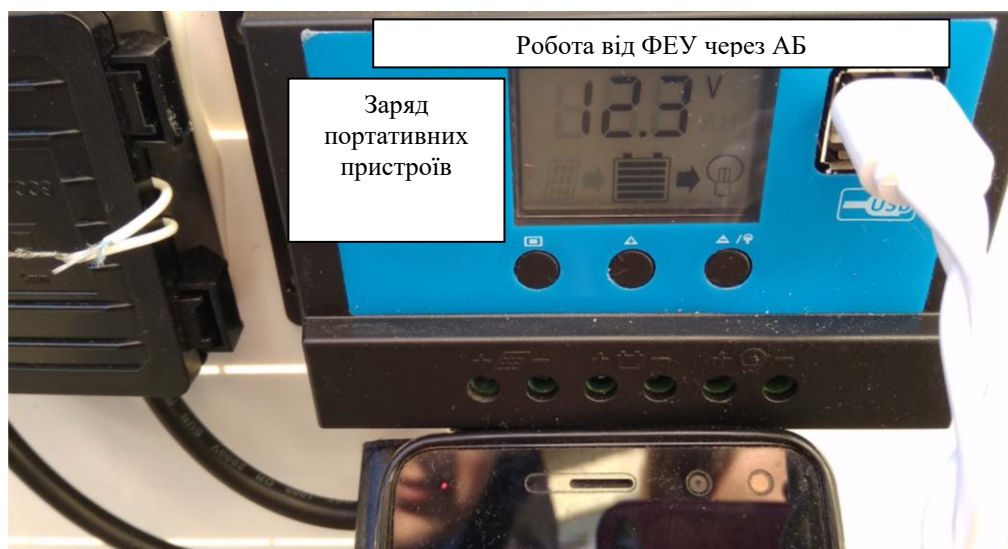


Рис. 2. Приклад роботи системи електроживлення на заряд мобільного телефону

## 12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання.

Volodymyr Ledovskykh, Yuliya Vyshnevskaya Surface engineering of metals: principles, equipment and technologies – London, Auris Reference Publisher, 2018, 318 pages.

### Докторські дисертації

1. Будько В.І. «Використання енергії сонячного випромінювання та вітру для зарядження електромобілів», 2019р.

### Статті у виданнях, що входять до бази Scopus (основні)

1. Будько В.І., Павлов В.Б. Зарядження електромобілів від відновлюваних джерел // Технічна електродинаміка. – 2017, № 6. – С. 32-35.

<http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/158974>

2. В.Б. Павлов, С.О. Кудря, Будько В.І., В.М. Кириленко, В.Ю. Іванчук Особливості роботи автономних зарядних станцій електромобілів на основі вітроелектричних установок з буферними акумуляторами енергії // Технічна електродинаміка. – 2019, № 4. – С. 70-76.

<https://doi.org/10.15407/techned2019.04.070>

3. Н.П. Кузнецов, В.Н. Смертюк, О.В. Лысенко, Д.Н. Нестерчук, С.В. Адамова Оптимизация соотношения мощностей ветровых и солнечных электростанций // Проблемы региональной энергетики, – 2018, № 3 (38). – С. 127-140.

<http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/5768>

4. V.M. Ledovs'kykh, Yu.P. Vyshnevs'ka, I.V. Brazhnyk, S.V. Levchenko Development and Optimization of Synergistic Compositions for the Corrosion Protection of Steel in Neutral and Acid Media // Materials Science (2017), V.52, Issue 5, P. 634 – 642

<https://rd.springer.com/article/10.1007/s11003-017-0002-1?no-access=true>

5. Volodymyr Ledovskykh, Yuliya Vyshnevskaya, Igor Brazhnyk, Sergiy Levchenko Metal Surface Modification for Obtaining Nano- and Sub-Nanostructured Protective Layers // Nanoscale Research Letters (2017) 12:186.

<https://rd.springer.com/article/10.1186%2Fs11671-017-1964-5>

6. Yu.P. Vyshnevskaya, I.V. Brazhnyk Chapter 64 The Electrochromic Feedback Methods for Obtaining Nanoparticles, Nanoalloys and Core-Shell Objects in Quasi-reversible Redox Systems in Springer Book Nanophysics, Nanomaterials, Interface Studies, and Applications, Springer Proceedings in Physics 195, 2017, pp. 837-843.

[https://rd.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-56422-7\\_64](https://rd.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-56422-7_64)

7. V.M. Ledovskykh, Yu.P. Vyshnevskaya, I.V. Brazhnyk, S.V. Levchenko Chapter 5 Metal Surface Engineering Based on Formation of Nanoscaled Phase Protective Layers // Nanocomposites, Nanostructures, and Their Applications, Springer Proceedings in Physics 221, 2019, pp. 69–84.

[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-17759-1\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-17759-1_5)

8. V.M. Ledovskykh, Yu.P. Vyshnevskaya, I.V. Brazhnyk, S.V. Levchenko Thermodynamic Approach to the Purposeful Design of Synergistic Inhibiting Compositions for the Corrosion Protection in Aqueous Saline Media // Materials Science – 2019, – Т. 54, – №4, – pp. 485 – 495.

<https://rd.springer.com/article/10.1007/s11003-019-00208-z>

9. Mykola Kuznietsov, Yuliya Vyshnevskaya, Igor Brazhnyk, Oleksandr Melnyk Modeling of the Generation-Consumption Imbalance in the Heterogeneous Energy Systems with Renewable Energy Sources 2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), April 17-19, 2019 Kyiv, Ukraine pp. 196-200.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8764189>

13. **Ключові слова.** Відновлювані джерела енергії, автономна система електроживлення, фотоелектрична установка, вітроелектрична установка, електрохімічний акумулятор.