

**Кравченко О.П.**

*Київський національний університет технологій та дизайну*

**Манойлов Е.Г.**

*Інститут фізики напівпровідників ім. Лашкарьова В.Є., НАНУ*

**Арзікулов Т.С.**

*Київський національний університет технологій та дизайну*

**МОНІТОРИНГ ТА УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ  
В СМАРТ-СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

*Розробка електронних засобів моніторингу та управління в Смарт-електроенергетичних системах за рахунок універсалізації структури компонентів периферійних блоків для створення технічних засобів з гнучкою архітектурою. При дослідженні використовувалась теорія електричних кіл та електронних схем. Розроблено принцип створення електронної смарт системи для управління електропостачанням в електроенергетичних системах з джерелами розподіленої генерації на основі універсалізації архітектури такої системи. Система містить центральний процесор та периферійні процесори, кількість яких визначається джерелами генерації та навантаженнями. Основним критерієм функціонування Смарт-системи є конкретні вимоги споживача, які реалізуються у профілі навантаження пристроїв, що використовуються споживачем. Центральний процесор після обробки даних, отриманих з периферійних процесорів формує функціональний алгоритм, який забезпечує оптимальну роботу системи електропостачання. В основі формування алгоритму лежать евристичні методи оптимізації, в яких оптимальне значення цільової функції, при допустимій області пошуку, знаходиться за допомогою алгоритмів, які реалізуються на основі систем штучного інтелекту. В результаті виконаної роботи була створена електронна система моніторингу та управління параметрами в електроенергетичній системі з розподіленими джерелами генерації для забезпечення ефективного співвідношення між електропостачанням та електроспоживанням. В основі дизайну системи був покладений принцип універсалізації периферійних блоків, які відповідають за електропостачання, електроспоживання та моніторинг параметрів навколишнього середовища.*

**Ключові слова:** *розподілені джерела енергії; ефективне електроспоживання; смарт-система.*

**Kravchenko O.P.**

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**Manoilov E.G.**

*Lashkarev's Institute of Semiconductor Physics, NANU*

**Arzikulov T.S.**

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**MONITORING AND CONTROLING PARAMETERS  
IN SMART POWER SUPPLY SYSTEMS**

*Design of monitoring and controlling electronic units in Smart-power system based on the peripheral component structure universalization for the flexible architecture formation. The theory of electric and electronic circuits was used in the research. The formation principle of an electronic smart system based on the architecture universalization for power supply management with distributed generation sources was designed. The system contains a central and peripheral processors, the number of which is determined by the generation sources and loads. The main criterion for Smart System operation is the specific consumer requirements implemented in the consumer load profile. After processing the data received from the peripheral processors the CPU forms a functional algorithm that provides the optimal power*

supply system operation. The algorithm formation is based on heuristic optimization method where the objective function optimal value in a valid domain is searched using artificial intelligence algorithm. The monitoring and controlling parameters electronic system in the electric power system with distributed generation sources was designed to provide an effective ratio between power supply and power consumption. The system design was based on the peripheral unit universalization principle.

**Keywords:** distributed energy sources; energy consumption efficiency; smart system.

**Вступ.** Розвиток інформаційних, мережевих та мікропроцесорних технологій сформував необхідні умови для створення енергоефективних систем генерації та споживання електричної енергії (так звані Смарт-електроенергетичні системи, СЕЕС) [1–5], в яких досягається оптимальне співвідношення між електропостачанням та електроспоживанням. Електропостачання в таких системах забезпечується не тільки зовнішньою електричною мережею (ЗЕМ), але й внутрішніми джерелами електроенергії, тобто розподіленими джерелами генерації (РДГ) [6, 7], до яких відносяться сонячні батареї, вітроенергетичні установки, дизельгенератори [8] (рис. 1).

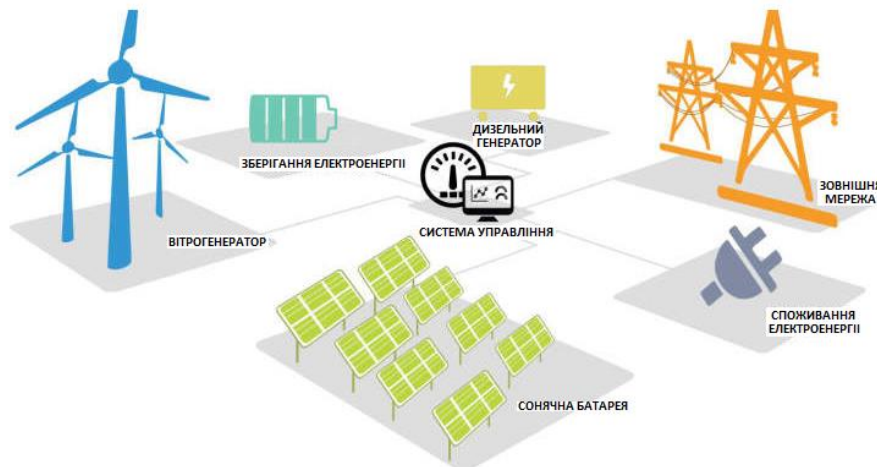


Рис. 1. Смарт-електроенергетична система

Основною проблемою функціонування таких систем є засоби управління, що керують джерелами генерації та навантаженнями в оптимальному режимі. Так в основному для вирішення цієї задачі були запропоновані рішення без автоматичного формування функціонального алгоритму в процесі обробки даних, що надходять від сенсорів, що контролюють параметри електроенергетичної системи [9].

Тому актуальною залишається задача створення такої енергетичної системи, в якій засоби управління здійснюють моніторинг параметрів системи, на базі яких, з урахуванням вимог споживача, автоматично створюється алгоритм управління потоками електричної енергії для досягнення максимальної ефективності електроспоживання.

В загальному вигляді СЕЕС складається з Центрального Процесорного Блоку (ЦП) та периферійних блоків – Блоку Моніторингу Параметрів Навколишнього Середовища, Блоку Електропостачання (ЕП) та Блоку Електроспоживання (ЕС) (рис. 2).

Для свого оптимального функціонування смарт-електроенергетична система потребує універсалізації структури компонентів периферійних блоків СЕЕС для створення технічних засобів з гнучкою архітектурою компонентів системи. Причому основним критерієм функціонування системи є конкретні вимоги споживача, які реалізуються у профілі навантаження пристроїв, що використовуються споживачем. Слід зауважити, що дані, які надаються Блоком Моніторингу Параметрів

Навколишнього Середовища використовуються для створення алгоритму оптимального функціонування СЕЕС.

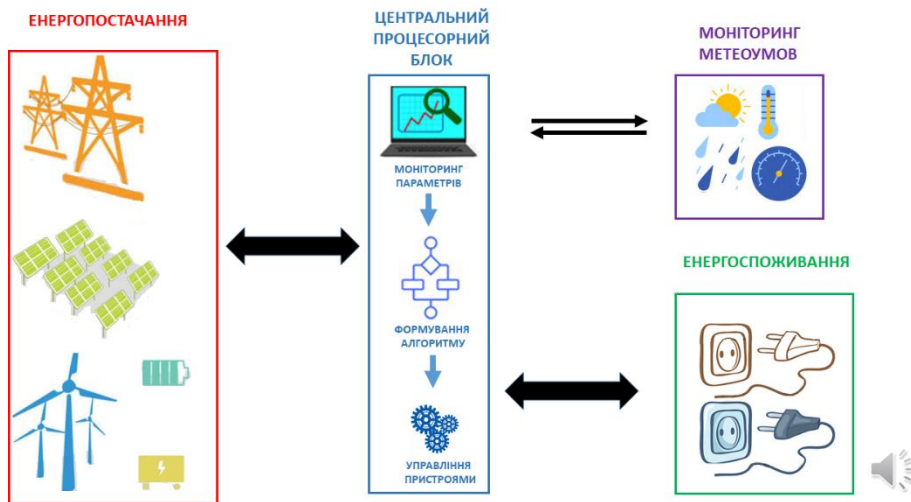


Рис. 2. Структурна схема смарт-електроенергетичної системи

Кожен компонент Блоку Електропостачання (ЕП) та Блоку Електроспоживання (ЕС) забезпечується смарт-розеткою, що представляє собою технічний засіб, який складається з периферійного процесору (ПП), сенсору потужності, комутативного реле та радіомодулю. Периферійний процесор обробляє дані, що надходять від сенсору потужності, з наступною передачею оброблених даних через радіомодуль до ЦП (рис. 3).

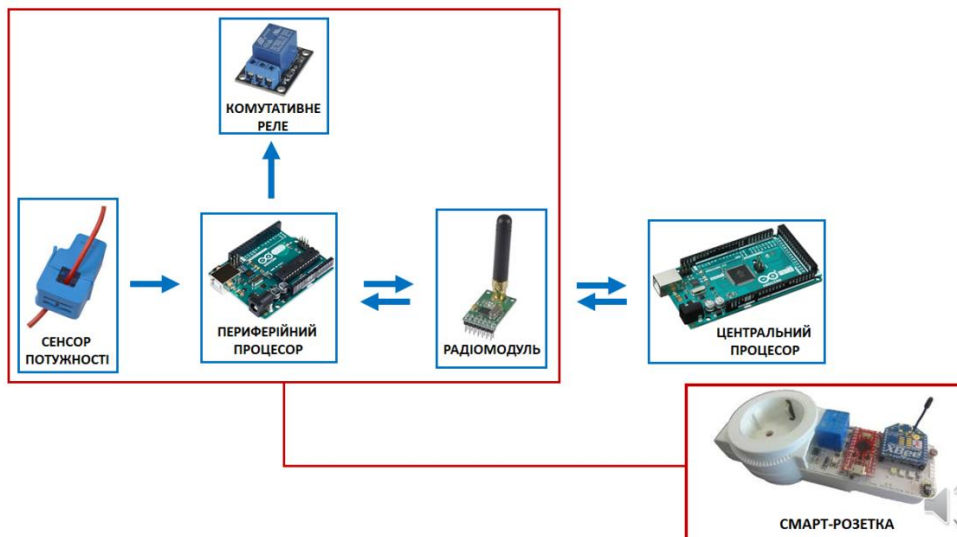


Рис. 3. Структурна схема моніторингу параметрів та управління пристроями в Смарт-електроенергетичній системі

Блок Моніторингу Параметрів Навколишнього Середовища забезпечує дані з відповідних сенсорів, які обробляються периферійним процесором (ПП) та надсилаються через радіомодуль до ЦП (рис. 4).



Рис. 4. Структурна схема моніторингу параметрів оточуючого середовища

Оптимізація процесів в електроенергетичній системі досягається за допомогою оптимізаційних алгоритмів, що використовуються для знаходження мінімального або максимального значення цільової функції, яка включає в себе необхідні параметри функціонування електроенергетичної системи з визначеними обмеженнями, що накладаються на роботу цієї системи [6]. В загальному вигляді ці методи класифікують наступним чином:

1. Методи лінійного програмування – прості оптимізаційні методи, в яких цільова функція і область пошуку визначаються лінійними залежностями.

2. Методи нелінійного програмування – оптимізаційні методи, в яких цільова функція задана нелінійною залежністю при допустимій області пошуку, яка може бути виражена як лінійними так і нелінійними функціональними залежностями.

3. Методи стохастичного програмування – оптимізаційні методи, які використовуються для розв’язання задач, що містять в собі невизначеність, в яких цільова функція задається імовірнісною функцією.

4. Евристичні методи оптимізації – оптимізаційні методи, в яких оптимальне значення цільової функції при допустимій області пошуку знаходиться за допомогою алгоритмів, які реалізуються на основі систем штучного інтелекту.

В даній системі використовуються Евристичні методи оптимізації, в яких оптимальне значення цільової функції, при допустимій області пошуку, знаходиться за допомогою алгоритмів, які реалізуються на основі систем штучного інтелекту.

**Висновки.** Таким чином, були розроблені електронні засоби моніторингу та управління в Smart-електроенергетичній системі шляхом універсалізації структури периферійних блоків. Основним критерієм функціонування Smart-системи є конкретні вимоги споживача, які реалізуються у профілі навантаження пристроїв, що використовуються споживачем. Центральний процесор після обробки даних, отриманих з периферійних процесорів формує функціональний алгоритм, який забезпечує оптимальну роботу системи електропостачання. В основі формування алгоритму лежать евристичні методи оптимізації, в яких оптимальне значення цільової функції знаходиться за допомогою алгоритмів, які реалізуються на основі систем штучного інтелекту.

#### Список використаної літератури

1. Каплун В. В. Аналіз методів оптимізації мікроенергетичних систем (MicroGrid) на основі джерел розподіленої генерації / В. В. Каплун, О. П. Кравченко, В. В. Василенко, С. С. Макаревич, Р. В. Каплун // Вісник КНУТД. Технічні науки. – 2015. – № 2 (84). – С. 5–17.
2. Bayindir, R., Colak, I., Fulli, G., Demirtas, K. (2016). Smart grid technologies and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 66, P. 499–516.

3. Стогній Б. С. Інтелектуальні електричні мережі: світовий досвід і перспективи України / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, А. В. Праховник, С. П. Денисюк // Праці Ін-ту електродинаміки НАН України. Спец. вип. – Ч. 1. – Київ, 2011. – С. 5–20.
4. Muhammad, R.A., Mamun, B.I., Mohd, A.M. (2012). A Review of Smart Homes – Past, Present, and Future. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), Vol. 42, No. 6, P. 1190–1203.
5. Harper, R. (2003). Inside the Smart Home. Springer-Verlag Ltd. London. P. 278.
6. Shavolkin, O., Shvedchykova, I., Kravchenko, O. (2019). Three-phase Grid Inverter for Combined Electric Power System with a Photovoltaic Solar Battery. 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). Kremenchuk, Ukraine. P. 318–321.
7. Каплун В. В. Оцінювання рівнів генерації електричної енергії сонячною батареєю на основі статистичних даних / В. В. Каплун, О. П. Кравченко, Е. Г. Манойлов // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2016. – № 6 (104). – С. 26–33.
8. ISO 50001:2018 Energy management systems – Requirements with guidance for use. <https://www.iso.org/standard/69426.html>.
9. Bartolucci, L., Cordiner, S., Mulone, V., Rocco, V., Rossi, J.L. (2018). Hybrid renewable energy systems for renewable integration in microgrids: Influence of sizing on performance. Energy, Vol. 152, P. 744–758.