

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE**

---

Факультет автоматизації і комп'ютерних систем

VII Міжнародна науково-технічна  
Internet-конференція

**«Сучасні методи, інформаційне,  
програмне та технічне забезпечення  
систем керування організаційно-  
технічними та технологічними  
комплексами»**

26 листопада 2020 рік

---

КИЇВ НУХТ 2020

**Інтелектуальна автоматизована система керування енергозабезпеченням об'єкта з використанням відновлювальних джерел енергії****С.М. Балюта, Л.О. Копилова,****Ю.В. Куєвда, В.Д. Йовбак, П.О. Зінкевич***Національний університет харчових технологій*

Забезпечення надійного і ефективного енергопостачання промислових і комунальних об'єктів з відновлювальними джерелами енергії може досягатися шляхом розробки інтелектуальної автоматизованої системи керування [1]. Система енергозабезпечення об'єктів з використанням відновлювальних джерел енергії як об'єкт керування має багаторівневу ієрархічну структуру: нижній рівень утворюють споживачі теплової та електричної енергії, а верхній рівень – трансформатори понижуючої підстанції, фото-електричні станції, котельні та мікро ТЕЦ. Керування енергозабезпеченням проводиться з метою забезпечення економічного та надійного електропостачання та тепlopостачання шляхом визначення раціональних обсягів енергії, що генеруються відповідно централізованими та відновлювальними джерелами енергії, накопичувачами енергії з використанням методів прогнозування обсягів генерації енергії відновлювальними джерелами енергії і електро- та теплоспоживання, вибору раціональної конфігурації схем теплової та електричної мережі, забезпечення виконання вимог енергосистеми щодо обсягів енергоспоживання, мінімізації енергоспоживання та втрат електричної енергії при передаванні, розподілі і споживанні шляхом компенсації реактивної потужності та підтримання енергоефективних рівнів напруги в електричній мережі; підтримання нормативних показників якості електричної енергії. Для реалізації функцій керування в складі інтелектуальної системи передбачені такі функціональні блоки: визначення та перевірки на достовірність вимірювальної інформації щодо стану системи енергозабезпечення; прогнозування електро- та теплоспоживання, генерації електричної енергії фотоелектричними перетворювачами на основі метеорологічних даних; оптимізації обсягів енергії генерованої відновлювальними джерелами енергії з урахуванням обмежень накопичувачів електричної енергії; формування управлінських рішень по керуванню енергозабезпеченням; визначення енергоефективних рівнів компенсації реактивної потужності і напруги в системі електропостачання і забезпечення нормативних показників якості електричної енергії.

Для прогнозування генерації фотоелектричними перетворювачами з урахуванням метеофакторів використовується гібридна модель що складається з моделей освітленості, визначення температури елементів фотоелектричного перетворювача, та інвертора. Прогнозування споживання електричної та теплової енергії проводиться з урахуванням температури зовнішнього середовища і освітленості з використанням нейро-нечітких систем. В якості моделі прогнозування адитивних компонент часового ряду електричного та теплового навантаження обрана нечітка математична модель на основі

алгоритму Такагі Сугено, параметри якої налаштовуються за допомогою адаптивної нейро-нечіткої мережі (ШНМ). Для врахування особливостей динаміки часових рядів тепло- та електроспоживання при побудові моделей динаміки тепло і електроспоживання вибрано вейвлет-перетворення. Це дає можливість максимально точно відтворювати не лише локальні особливості, але і сигнал в цілому. Формування управлінських рішень енергозабезпечення проводиться на основі рішення задачі мінімізації оплати за енергоресурси методами цільового програмування, реалізованого методами нечіткої оптимізації. Використання вказаних методів, обумовлено необхідністю врахування наступних особливостей об'єкта керування: високої розмірності розв'язуваної задачі і інтегральних критеріїв якості, що враховують множину цілей управління (мінімум оплати за спожиту та генеровану енергію, максимум продуктивності джерел відновлювальної енергії, обмеження роботи накопичувачів енергії і ін.); імовірнісний характер зміни параметрів процесу; неповні вхідні дані. Розрахунок енергоефективних рівнів напруги електричної мережі, що забезпечують підтримання нормативних показників якості електричної енергії під час роботи відновлювальних джерел енергії, накопичувачів енергії і енергетичної системи проводиться на основі математичної моделі з використанням статичних характеристик електричного навантаження. Ці характеристики визначаються в реальному часі за результатами активного експерименту на рівні трансформаторної підстанції [2]. Для підтримання енергоефективних рівнів напруги і нормативних показників якості електричної енергії проводиться регулювання напруги трансформатора за допомогою нечітких регуляторів. Крім того, передбачено регулювання реактивної потужності конденсаторних батарей, встановлених на трансформаторній підстанції, використання активних і пасивних фільтрів компенсації вищих гармонік струму, симетрувальних пристроїв. Алгоритми регулювання конденсаторних батарей передбачають ідентифікацію і аналіз їх стану, визначення оптимального значення компенсації реактивної потужності. Для забезпечення роботи системи керування енергозабезпеченням об'єктів використовується інформаційна система [3]. Збір даних проводиться за допомогою інтелектуальних лічильників електричної енергії та пристроїв зв'язку з об'єктом.

### **Література**

1. Baliuta S., Kopylova L., Kuevda V., Kuievda I., Lytvyn I., 2020. Synthesis of intelligent power management system of food manufacturing processes with power consumption prediction. *Ukrainian Journal of Food Science*. Volume 8, Issue 1, pp. 105–123..
2. Baliuta S., Kopylova L., Kuievda Iu., Kuevda V., Kovalchuk O., 2020.. Fuzzy logic energy management system of food manufacturing processes *Ukrainian Food Journal*. – 2020. – Volume. 9., Issue 1 –pp. 221-239.
3. Kopylova L. O., Baliuta S. M., Mashchenko O. A., 2018. System analysis and approaches to the development of the automated electrical energy consumption and supply system of the food industry enterprise. *Ukrainian Journal of Food Science*. Volume 6, Issue 1, pp. 114–127.