

СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИСТРОЯМИ У "РОЗУМНОМУ БУДИНКУ"

Розвиток технологій та зростання потреб у раціональному використанні електроенергії стимулюють створення систем управління споживанням електроенергії. Розумний будинок є ефективним рішенням, що дозволяє автоматизувати контроль за електропристроями, мінімізувати енергетичні втрати та оптимізувати використання електроенергії. Головною метою цієї роботи є аналіз сучасних методів та систем керування електроспоживанням у розумному будинку, а також виявлення перспективних напрямів їх розвитку.

Системи управління домашньою енергією (Home Energy Management Systems, HEMS) дозволяють контролювати та оптимізувати споживання електроенергії в режимі реального часу. Основними елементами таких систем є інтелектуальні лічильники, які збирають дані про витрати електроенергії, центральні контролери, що аналізують ці дані та приймають відповідні рішення, а також розумні пристрої, які можуть автоматично змінювати режими роботи. Використання HEMS дозволяє покращити енергоефективність житлових приміщень та забезпечити економію ресурсів за рахунок автоматичного регулювання навантаження як на рис. 1.

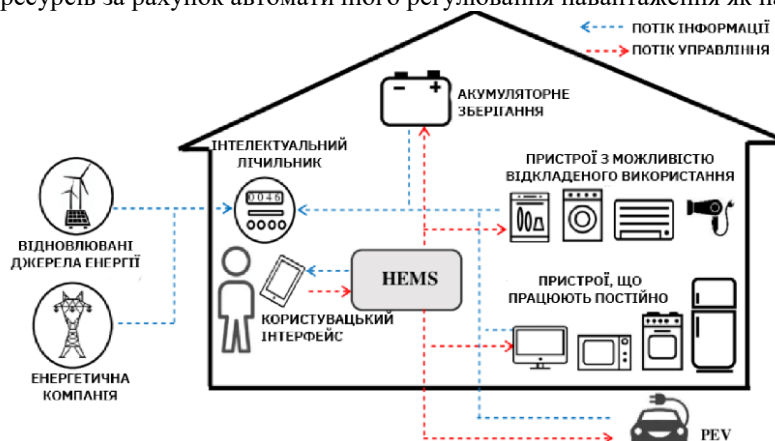


Рисунок 1 – Структура Системи управління домашньою енергією

Важливим аспектом ефективного управління енергоспоживанням є системи прогнозування та оптимізації [1, 2]. Прогнозування рівня споживання електроенергії є ключовим етапом, що дозволяє використовувати алгоритми машинного навчання для аналізу історичних даних і визначення закономірностей у споживанні енергії залежно від таких факторів, як час доби, погодні умови та змінні тарифи. Регресійні моделі, нейронні мережі та евристичні алгоритми забезпечують точне прогнозування, що дозволяє динамічно змінювати параметри роботи електропристроїв, зменшуючи перевантаження мережі та знижуючи витрати.

Для підвищення ефективності енергосистем використовується концепція інтелектуальних мереж (Smart Grid). Це комплексна система, що забезпечує двосторонній зв'язок між постачальниками та споживачами електроенергії, здійснює автоматичний розподіл навантаження, застосовує динамічне ціноутворення та інтегрує відновлювані джерела енергії. Використання Smart Grid у розумних будинках сприяє підвищенню стабільності електропостачання, зменшенню втрат енергії та підвищенню загальної ефективності роботи системи електропостачання.

Методи оптимізації енергоспоживання у розумних будинках передбачають застосування кількох підходів. Одним із найпоширеніших методів є керування навантаженням, яке передбачає диспетчеризацію за пріоритетами [3]. В цьому випадку електропристрої працюють у певній послідовності залежно від рівня їхньої важливості. Наприклад, система може автоматично зменшувати потужність роботи кондиціонерів або водонагрівачів у пікові години для зниження навантаження на мережу. Ще одним ефективним підходом є часове планування роботи пристроїв, що дозволяє виконувати найбільш енергоємні процеси (наприклад, зарядку електромобілів, нагрів води) у періоди низького тарифу на електроенергію.

Важливим напрямом є інтеграція відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних панелей та акумуляторних батарей. Розумні будинки можуть використовувати альтернативні джерела для автономного енергопостачання або накопичення енергії у періоди надлишкового виробництва, що дозволяє знизити залежність від традиційних енергомереж та забезпечити стабільне електропостачання навіть у разі аварійних ситуацій. Крім того, значну роль в управлінні енергоспоживанням відіграє Інтернет речей (IoT). Розумні датчики, сенсори руху та термостати дозволяють автоматично регулювати роботу освітлення, опалення та кондиціонування залежно від поточних умов та присутності людей у приміщенні. Це не лише знижує зайве споживання електроенергії, але й створює комфортні умови для проживання.

Структура та реалізація системи керування електроспоживанням у розумному будинку включає кілька рівнів. Фізичний рівень містить пристрої, що здійснюють моніторинг і контроль енергоспоживання: розумні лічильники, датчики, контролери, розумні розетки та побутові прилади з дистанційним керуванням. Вони реєструють дані про споживання електроенергії та передають їх на наступний рівень для аналізу. Комунікаційний рівень забезпечує передачу даних між пристроями та центральною системою управління за допомогою технологій Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, Z-Wave та LoRaWAN.

Аналітичний рівень відіграє ключову роль у забезпеченні оптимального споживання електроенергії, використовуючи алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу отриманих даних, прогнозування навантаження на електромережу, оцінки ефективності роботи пристроїв та надання рекомендацій щодо їх оптимального використання. Наприклад, він може виявляти пікові години навантаження та пропонувати варіанти перенесення енергоємних процесів на періоди низького тарифу. Користувацький рівень включає мобільні додатки, веб-інтерфейси та голосових помічників, що дозволяють користувачам відстежувати споживання електроенергії, налаштовувати сценарії роботи пристроїв та отримувати аналітичні звіти.

Розробка таких систем здійснюється з використанням IoT-платформ, таких як OpenHAB, Home Assistant, Google Home або Apple HomeKit. Важливу роль відіграють стандарти інтероперабельності, такі як MQTT та CoAP, які забезпечують сумісність пристроїв різних виробників і дозволяють створювати гнучкі та масштабовані.

Список використаних джерел:

1. Mischos S., Dalagdi E., Vrakas D. Intelligent energy management systems: a review // *Artificial Intelligence Review*. 2023. №56. С. 11635–11674. DOI: 10.1007/s10462-023-10441-3.
2. Tomazzoli C., Scannapieco S., Cristani M. Internet of things and artificial intelligence enable energy efficiency // *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. 2020. С. 1–22.
3. Şimşek U., Fensel A., Zafeiropoulos A., Fotopoulou E., Liapis P., Bouras T., Saenz F.T., Gómez A.F.S. A semantic approach towards implementing energy efficient lifestyles through behavioural change // *Proceedings of the 12th International Conference on Semantic Systems*. 2016. С. 173–176.