



УДК 002.8:624:620.97

**PLANNING AND MONITORING OF ENERGY LOADING OF DOMESTIC RENEWABLE ENERGY SYSTEMS****ПЛАНУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГ ЕНЕРГОНАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМ ПОБУТОВОЇ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ****Viunenکو O.B. / В'юненко O.Б.***Ph.D., assistant prof. / к.е.н., доцент*

ORCID: 0000-0002-8835-0704

**Tolbatov A.V. / Толбатов A.В.***Ph.D., assistant prof. / к.т.н., доцент*

ORCID: 0000-0002-9785-9975

*Sumy National Agrarian University, Sumy, 160 Herasym Kondratiev, Sumy, 40021**Сумський національний аграрний університет, Суми, вул. Герасима Кондратьєва, 160, 40021***Tolbatov V.A. / Толбатов В.А.***Ph.D., assistant prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-6564-9658

*Sumy state university, Sumy, Rymського-Korsakova 2, 40007**Сумський державний університет, м. Суми, Римського-Корсакова 2, 40007*

**Анотація.** Поява інтелектуальних електромереж, інтелектуальних лічильників та інтелектуальних приладів надає споживачам електроенергії нові засоби для більш ретельного спостереження за їх енергоспоживанням та можливість змінити свої споживчі звички. Завдяки підвищенню обізнаності про можливості зниження споживання електроенергії та можливості заощадження коштів по рахунках за електроенергію жителі існуючих будинків повинні шукати засоби для оптимізації споживання електроенергії. Однією з існуючих проблем є допомога кінцевому користувачеві у побудові графіків споживання електроенергії і виявленні втрат від резервного живлення існуючих приладів, тобто створення ефективного методу для вимірювання потужності приладів в режимі очікування. Пікові періоди можуть бути вирівняні на основі розрахунків середнього абсолютного відхилення від середньої потужності, виходячи з графіків моніторингу пристроїв, але це може призвести до вирівнювання піків, тільки якщо в розрахунках буде використовуватися як розділений, так і єдиний тарифи.

**Ключові слова:** електропостачання, системи відновлюваної енергії, моніторинг.

**Вступ.** Планування та моніторинг енергонавантажання домашньої системи відновлюваної енергетики - це процес, який включає комплексний аналіз існуючого використання електроенергії, вивчення місцевих норм та вимог, прийняття рішення про те, чи хочете ви експлуатувати свою систему в загальній електромережі або поза нею, а також розуміння тих технологій можливостей, які доступні для вашого місцезнаходження. Система відновлюваної енергії може бути використана для забезпечення деяких або всіх ваших потреб в електроенергії, використовуючи такі технології, як: малі сонячні електричні системи; малі вітроенергетичні системи; мікрогідроенергетичні системи; газотурбінні електростанції (з паливом з відновлювальних джерел); малі гібридні електричні системи (сонячні та вітрові) [1], [2], [3], [4].

Розрахунок потреб у електроенергії є першим кроком у процесі дослідження систем відновлюваної енергії [1], [2], [3], [4] для окремого будинку



або малого бізнесу. Ретельне вивчення потреб у електроенергії допомагає визначити наступне: розмір і вартість необхідної системи; як потреби в енергії коливаються протягом дня і на протязі року; заходи, які можливо зробити, щоб зменшити використання електроенергії.

Проведення аналізу навантаження [1], [2], [3], [4] передбачає запис потужності та середнього щоденного використання всіх електричних пристроїв, підключених до вашого центрального джерела живлення, таких як холодильники, світильники, телевізори та електроінструменти. Деякі навантаження, такі як холодильник, постійно використовують електроенергію, а інші, як і електроінструменти, використовують електрику періодично. Навантаження, які використовують електрику з перервами, часто називаються вибраними навантаженнями. Якщо ви готові використовувати ваші вибрані навантаження тільки тоді, коли ви маєте додаткову потужність, ви зможете встановити меншу систему відновлюваної енергії.

Кожна громада може мати свій власний набір правил, яких потрібно дотримуватися, щоб додати невелику систему відновлюваної енергії для будинку або малого бізнесу. Ці правила можуть впливати на тип системи відновлюваної енергії, яку ви маєте право встановлювати, а також хто її буде встановлювати. Вони також можуть впливати на те, чи підключити вашу систему до електромережі або використовувати її як автономну систему.

Деякі держави допускають сервітути, які є добровільною, юридично обов'язковою угодою між власниками суміжних земель щодо використання землі. Наприклад, ви можете шукати сервітут, вказуючи, що жодна структура, яка блокує поновлювані ресурси, що необхідні для роботи системи відновлюваної енергії, не буде побудована. Ці угоди є обов'язковими незалежно від зміни власності на землю. Крім того, необхідно здійснити пошук документів, щоб визначити, чи існують попередні сервітути чи інші угоди, які можуть перешкодити додати систему відновлюваної енергії до власного майна.

Деякі громади мають угоди або інші правила, що визначають, що домовласники можуть робити зі своєю власністю. Іноді ці правила забороняють використання систем відновлюваної енергетики з естетичних чи інших причин. Однак, іноді ці положення містять положення про підтримку систем відновлюваної енергетики.

Для того щоб почати планувати невелику поновлювану електричну систему [1], [2], [3], [4] необхідне базове розуміння того, як працює технологія, а також можливість проаналізувати основні параметри системи, а саме: наявність поновлюваних джерел енергії; економіка і загальні витрати; розташування системи; розмір системи; угоди та правила; особливості встановлення та обслуговування; моніторинг системи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Поява інтелектуальних електромереж, інтелектуальних лічильників та інтелектуальних приладів надає споживачам електроенергії нові засоби для більш ретельного спостереження за їх енергоспоживанням та можливість змінити свої споживчі звички [1], [2], [3], [4]. Завдяки підвищенню обізнаності про можливість зниження споживання електроенергії та можливості заощадження коштів по рахунках за



електроенергію жителі існуючих будинків повинні шукати засоби для оптимізації споживання електроенергії. Для досягнення мети оптимізації використання електроенергії (вирівняти використання електроенергії та використовувати лише необхідну електроенергію) у існуючому приміщенні необхідно відповісти на основне питання - чи може оптимізація електроенергії та автоматизація приладів забезпечити рішення, яке допоможе скоротити споживання електроенергії в існуючому будинку вже сьогодні? Для того, щоб відповісти на це запитання, необхідно відповісти на такі підпункти: що таке «сучасний стан» інтелектуальних пристроїв (smart appliances)? які типи рішень для вимірювання електроенергії доступні сьогодні для існуючих приладів? чи можна створити ефективне вимірювання потужності приладів в режимі очікування? чи можна зменшити пікові періоди та згладити піки за допомогою програм оптимізації? чи можемо ми надати необхідні засоби, щоб бачити, чи призводять різні види тарифів на електроенергію до економії коштів?

На загальнодоступному ринку існує значний вибір інтелектуальних пристроїв. Поки вони обмежені за типами та функціями і загалом вимагають з'єднання з інтелектуальним лічильником, щоб використовувати функції оптимізації енергії. Це дозволяє кінцевим користувачам впроваджувати сучасні системи автоматизації, які дозволяють вимірювати споживання енергії на рівні окремих приладів і надавати споживачеві засоби, щоб проводити моніторинг та налаштовувати існуючі прилади і бути постійно в курсі власного споживання.

Однією з існуючих проблем є допомога кінцевому користувачеві у побудові графіків споживання електроенергії і виявленні втрат від резервного живлення існуючих приладів, тобто створення ефективного методу для вимірювання потужності приладів в режимі очікування. Пікові періоди можуть бути вирівняні на основі розрахунків середнього абсолютного відхилення від середньої потужності, виходячи з графіків моніторингу пристроїв, але це може призвести до вирівнювання піків, тільки якщо в розрахунках буде використовуватися розділений тариф, але не в разі використання єдиного тарифу. При впровадженні таких методик для кінцевого користувача важливим є використання як єдиного, так і розділеного тарифу. Кінцевий користувач повинен бачити різницю у вартості при застосуванні обох тарифів, тому що розділений тариф не буде економічно ефективним, якщо пристрої не були заплановані. Крім того, такі методики надають кінцевому користувачеві інформацію про те, як планувати свою техніку і призначати резерви, які зменшать споживання електроенергії. Нарешті, кінцевий користувач визначає, які пристрої використовувати в аналізі, який і надає кінцевому користувачеві можливість побачити, як зміниться використання енергії, якщо окремі пристрої не було включено.

Ще одним з підходів може бути використання бази даних з інформацією про споживання від виробників електроприладів. Після цього кінцевий користувач зможе ідентифікувати прилад за маркою і моделлю, що дозволить краще розпізнати його значення в режимі очікування, а також отримати більш точні оцінки середнього часу роботи приладів. У випадку, якщо певний пристрій не доступний у базі даних, кінцевий користувач може класифікувати



його за типом та роком придбання. Після цього в базі даних може здійснюватися пошук пристроїв з подібними властивостями, а також оцінка часу споживання та роботи. Іншим підходом може бути адаптивне перевизначення часових інтервалів на менші інтервали.

Великою перевагою такої методики є можливість відстеження ціни в реальному часі, це означає, що існує можливість збирати інформацію про ціни від постачальників електроенергії в реальному часі і визначити, якого постачальника використовувати, та надавати пропозиції щодо графіків на основі динамічного ціноутворення. Для цього можуть бути використані звичайні алгоритми прогнозування, щоб визначити, якою буде ціна протягом наступних двадцяти чотирьох годин на основі поточної інформації про ціни та загальних тенденцій. Таким чином, на сьогодні актуальним є розробка методів, які дозволять споживачам керувати своїм енергоспоживанням, використовуючи існуючі прилади. Крім того, нас оточує все більше електричних приладів і гаджетів, так що ми не знаємо про загальне споживання навколо нас. Багато домогосподарств можуть використовувати від 20 до 30 окремих електронних пристроїв і вони навіть не усвідомлюють, що споживають електроенергію, оскільки сьогодні багато пристроїв залишаються в режимі очікування, наприклад, у випадку багатьох типів мультимедійних приладів, які не вимикається вручну кожного разу після використання. Велике збільшення гаджетів у межах домогосподарства має великий вплив на кількість електроенергії, яку ми споживаємо. Вони можуть не споживати великих обсягів електроенергії окремо один від одного, але разом їх споживання електроенергії істотно зростає. Ми повинні зробити споживачів більш обізнаними з їх власним використанням електроенергії та надати їм можливість керувати та зменшувати свої витрати.

**Висновки.** Європейський Союз та окремі країни активно впроваджують положення та директиви, де основною метою є зменшення споживання енергії у всіх секторах, що загалом призводить до значного росту використання енергоефективних пристроїв. Системи управління енергоспоживанням дому є важливою частиною інтелектуальної енергомережі системи відновлюваної енергетики, яка забезпечує ряд переваг для кінцевих користувачів, таких як економія використання електроенергії, зниження попиту в пікові години і задоволення вимог користувачів. Ціноутворення на вимогу (DR) та час використання (ToU) відносяться до програм, що надають переваги кінцевим користувачам, які обмежують використання енергії в часи пікового попиту.

Моніторинг пристроїв є одним з основних кроків для ефективного використання можливостей нових інтелектуальних обчислювальних систем. Саме побудова алгоритмів планування для приладів автоматизованого управління та економічного планування енергоспоживання для користувачів, які мають можливості виробництва відновлюваної енергії та відповідні системи зберігання енергії, дозволить цим споживачам оптимально планувати споживання електроенергії в диференційному ціновому середовищі, сплачуючи мінімізовані витрати за електроенергію. Це передбачає оптимальний час для роботи приладів і знаходження ефективного алгоритму переносу час роботи



приладів з високих пікових годин на низькі.

### Література:

1. Толбатов А.В. Методологія створення бази знань життєвого циклу автономних енергогенеруючих установок / А.В. Толбатов, В.А. Толбатов // Вісник Сумського державного університету. Техн. науки. – 2008. – №1. – С. 140–146.
2. Толбатов А.В. Використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії в фермерських господарствах / О.Б. В'юненко, А.В. Толбатов // International periodic scientific journal Modern engineering and innovative technologies, Issue №6, Part 1, Karlsruhe, Germany, December 2018 – P.40–43.
3. Толбатов В.А. Організація систем енергозбереження на промислових підприємствах : навч. пос. / В.А. Толбатов, І.Л. Лебединський, А.В. Толбатов / – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 195 с.
4. Толбатов А.В. Инновационная наука, образование, производство и транспорт: Техника и технологии : монография / [авт.кол. : Верховлюк А.М., Иванова Т.Н., Копей Б.В., Толбатов В.А., Толбатов А.В. и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2018 – 223 с.

### References:

1. Tolbatov A.V. Metodologiya stvorenniya bazy` znan` zhy`ttyevogo cy`klu avtonomny`x energogeneruyuchy`x ustanovok / A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov // Visny`k Sums`kogo derzhavnogo universy`tetu. Techn. nauky`. – 2008. – №1. – S.140–146.
2. Tolbatov A.V. Vy`kory`stannya al`ternaty`vny`x ta vidnovlyuval`ny`x dzherel energiyi v fermers`ky`x gospodarstvax / O.B. V'yunencko, A.V. Tolbatov // International periodic scientific journal Modern engineering and innovative technologies, Issue №6, Part 1, Karlsruhe, Germany, December 2018 – P.40–43.
3. Tolbatov V.A. Orhanizatsiya system enerhozberezhennya na promyslovykh pidpnyemstvakh : navch. pos. / V.A. Tolbatov, I.L. Lebedyns'kyu, A.V. Tolbatov / – Sumy: Vyd-vo SumDU, 2009. – 195 s.
4. Tolbatov A.V. Innovatsionnaya nauka, obrazovanie, proizvodstvo i transport: Tehnika i tehnologii / Verhovlyuk A.M., Ivanova T.N., Kopey B.V., Tolbatov V.A., Tolbatov A.V. i dr. – Odessa: KUPRIENKO SV, 2018 – 223 s.

**Abstract.** *The emergence of smart grids, intelligent meters and intelligent devices provides consumers with new means for more careful monitoring of their power consumption and the ability to change their consumer habits. Due to increased awareness of the possibilities of reducing the consumption of electricity and the possibility of saving money on electricity accounts, residents of existing homes should look for means to optimize the consumption of electricity. One of the problems that exist is helping the end-user build electricity consumption charts and detecting losses from backup power of existing devices, that is, creating an effective method for measuring the power of devices in standby mode. Peak periods can be aligned on the basis of calculations of the average absolute deviation from average power based on the monitoring schedules of devices, but this can only lead to peaking even if the calculations will use both split and single tariffs.*

**Key words:** *electricity, renewable energy systems, monitoring.*