

ГЛОБАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФОТОВОЛЬТАІЧНОГО СЕКТОРУ ЕНЕРГЕТИКИ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Вступ. Зростання темпів подорожчання енергоносіїв та зменшення запасів корисних копалин призводить до збільшення цін на електроенергію для кінцевого користувача. Сучасне життя неможливо уявити без електроенергії, тому людство змушене шукати альтернативні джерела енергії. Перспективною галуззю енергетики є сонячна енергетика, адже на думку експертів Міжнародного енергетичного агентства фотовольтаїка через 40 років займе 20-25% всього ринку виробництва електроенергії [1], однак для цього необхідно вирішити низку нагальних внутрішніх та зовнішніх проблем цієї сфери. Відновлювані джерела енергії відіграють важливу роль у пом'якшенні впливу на навколишнє середовище, пов'язаного зі звичайним виробництвом енергії. Завдяки переходу на відновлювані джерела, такі як фотоелектричні, людство може досить значно скоротити викиди парникових газів, покращити якість повітря, зберегти водні ресурси та зменшити залежність від обмежених запасів викопного палива. Крім того, відновлювана енергетика забезпечує енергетичну безпеку, оскільки вона надходить із внутрішнього джерела та менш вразлива до коливань цін, геополітичної напруженості та війн [2].

Ідея полягає у використанні запропонованих способів модернізації фотовольтаїчних систем генерації при повоєнному відновленні енергетичної інфраструктури України та світу в цілому.

Мета. Встановити основні глобальні проблеми фотовольтаїчного сектору енергетики, які заважають цій сфері конкурувати з традиційними джерелами генерації та запропонувати методи вирішення цих проблем.

Методика дослідження базується на аналізі наявних глобальних проблем фотовольтаїки на прикладі енергозабезпечення автономного екологічного міста майбутнього, яке буде жититися виключно за допомогою сонячних електростанцій. Концепція стабільного міста для прикладу обрана не випадково – описані проблеми фотовольтаїки тісно взаємопов'язані з критеріями концепції: оптимізація використання електроенергії та енергонезалежність, архітектура та щільність забудови, а також уникнення/мінімізація потенційного забруднення навколишнього середовища та переробка відходів.

Результати дослідження. В якості моделі було обрано еко-місто розташоване на стику помірною та субтропічного поясу клімату з населенням у 10000 осіб або 2500 сімей, площею 10 км² та енергоспоживанням у 41 МВт потужності для змінної напруги. Аналіз на основі запропонованої моделі показав, що концепція стабільного міста має насамперед вирішити такі проблеми:

- відношення споживання та генерації - збалансованість електропостачання та безперебійність роботи електромережі;
- величина площі сонячної електростанції - масиви сонячної електростанції потребують простору, і особливо важливо, щоб форми рельєфу були рівнинами або невеликими пагорбами. Це необхідно для раціонального розташування масивів фотовольтаїчних модулів, впорядкованої структури електростанції та зручного обслуговування;
- утилізація фотовольтаїчних модулів - сонячні модулі, і супутнє обладнання є технічно складними виробами, при створенні яких використовують різні матеріали та хімічні елементи, що потребують переробки після терміну служби.

Для вирішення проблеми споживання та генерації запропоновано використовувати два взаємопов'язані рішення, а саме введення денного та нічного тарифу, та використання розумних систем енергоспоживання (Smart grid) разом з акумуляторами. На прикладі моделі еко-міста було виявлено, що застосування цих двох методів дозволить забезпечити стабільне виробництво та споживання електроенергії, використовуючи лише сонячні електростанції. Також, на додачу до оптимізації енергоспоживання та енергонезалежності, такі рішення є економічно вигідними. За результатами розрахунків, модернізація 2500 домогосподарств розумними системами

електроживлення коштуватиме приблизно 100 000 000 грн, проте заощаджені кошти з урахуванням денного та нічного тарифу окупляться вже через 4 роки.

Питання зайнятого простору фотовольтаїчними електростанціями є також важливим для сонячної енергетики. Виходячи із запропонованого прикладу екологічного міста, електростанція займатиме приблизно 6,3% території населеного пункту, що зробить цю територію зайнятою для інших сфер використання. Для оптимізованого використання території міста необхідно зменшити площу наземних сонячних масивів на 50%. Відповідно до розрахунків, інтеграція хоча б половини площі сонячних електростанцій у міський простір дозволить додатково заселити на територію, що не зайнята, 335 осіб або 3,35% від всього населення. Варто зауважити, що цей метод відіграє важливу роль при масштабуванні розміру міста або через нестачу території.

Проблема екологічності є однією з непомітних проблем фотовольтаїки. Незважаючи на те, що фотовольтаїка не генерує забруднення повітря чи залишкові продукти від згоряння палива, ця сфера має проблему постексплуатаційного існування обладнання. Після закінчення терміну служби або виходу з ладу, сонячні модулі та супутнє обладнання в більшості випадків відправляються не на переробку, а на звалище. Відповідно до моделі еко-міста, приблизно оцінена кількість відходів після закінчення терміну експлуатації сонячної електростанції становить 3515,75 тон. Для порівняння, внаслідок забезпечення електроенергією тієї ж моделі міста, але за допомогою вугільної електростанції утвориться приблизно 39 283,125 тон золи та залишкових речовин. Таким чином, об'єм забруднення навколишнього середовища виключно твердими відходами сонячної енергетики в 11 разів менше у порівнянні з вугільною енергетикою

Висновок. В результаті проведеного аналізу на основі моделі забезпечення електроенергією автономного еко-міста майбутнього зроблено висновки щодо подальших перспектив розвитку фотовольтаїчного сектору енергетики в цілому, а саме:

- графіки споживання електроенергії людством відрізняються від графіків генерації електроенергії фотовольтаїчними електростанціями, що вимагає додаткових систем розподілу та накопичення енергії для більш стабільних генерації та споживання;

- для масштабного переходу на сонячну енергетику необхідно переглянути способи розміщення та інтеграції сонячних масивів у міський простір, а вільну територію використовувати для інших потреб міста;

- упущення проблеми утилізації та переробки сонячного обладнання призведе до збільшення кількості електронних відходів вже в найближчому майбутньому, що завдасть шкоди екології і частково нівелює екологічну доцільність сонячної енергетики.

Список використаних джерел:

1. Міжнародне енергетичне агентство. Світова енергетична перспектива (2020) Франція: МЕА.
2. Руднев Є.С., Попович В.А. Післявоєнне відновлення країни, як можливість перезавантаження фотовольтаїчного сектору енергетики та бізнесу / Цілі сталого розвитку - 2022: матеріали VI Всеукраїнської наук.-практ. конф., 20 жовтня 2022 р., м. Київ. Київ: Східноукр. Нац. ун-т ім. В. Даля, 2022. С. 143-144.

References:

1. International Energy Agency. World Energy Outlook (2020) France: IEA.
2. Rudniev Ye.S., Popovych V.A. Post-war recovery of the country as an opportunity to restart the photovoltaic sector of energy and business / Goals of sustainable development - 2022: materials of the VI All-Ukrainian science and practice conf., October 20, 2022, Kyiv. Kyiv: Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. P. 143-144.