

УДК 658.512.24:620.91:620.92

О.В.Ушкаленко (Національний технічний університет України "КПІ", Інститут відновлюваної енергетики НАН України Київ)

Онлайн-ресурс для розрахунку автономної фотоелектричної станції

У даній статті повідомляється про введення в дію онлайн-ресурсу, який містить сторінки для розрахунку фотоелектричних станцій, а саме – площі поля фотомодулів та ємності акумуляторних батарей. Розрахунок проводиться на основі балансу енергії, згенерованої фотоелектричною станцією та спожитої навантаженням упродовж певного періоду роботи станції.

Ключові слова: фотоелектрична станція, ФЕС, розрахунок ФЕС, онлайн-сайт.

В данной статье сообщается о запуске онлайн-ресурса, который содержит страницы для расчета фотоэлектрических станций, а именно – площади поля фотомодулей и емкости аккумуляторных батарей. Расчет проводится на основе баланса энергии, выработанной станцией и потребленной нагрузкой в течение определенного периода работы станции.

Ключевые слова: фотоэлектрическая станция, ФЭС, расчет ФЭС, онлайн-сайт.

Застосування фотоелектричних станцій (ФЕС) як автономних джерел енергії з часом стає все популярнішим. Сонячні електростанції є гарною альтернативою автономним установкам на традиційних енергоносіях. Для роботи вони не потребують постійної наявності палива, що, безумовно, є перевагою. Але сонячні електричні станції мають і суттєвий недолік у порівнянні зі станціями на традиційних енергоносіях: рівень генерації електричної енергії залежить від багатьох факторів, наприклад, рівня інсоляції, температури фотоелементів та ступеня затінення поля фотомодулів, і не може бути підвищений за потребою навантаження. Тому зазвичай на етапі проектування сонячної електростанції проводять розрахунок необхідної кількості фотомодулів та акумуляторних батарей для найгірших умов експлуатації станції, тобто для періоду з найменшим рівнем генерації та найбільшим рівнем навантаження. Метою такого розрахунку є забезпечення генерації електричної енергії у кількості, необхідній для споживача. Але такий спосіб визначення необхідної кількості обладнання приводить до того, що при умовах роботи, "кращих" від розрахункових, спостерігається недовикористання обладнання та його простоювання. Це вкрай небажано з економічної точки зору, оскільки питома вартість обладнання для фотоелектричних станцій перевищує питому вартість обладнання

традиційних електричних станцій. І в разі завищення об'ємів необхідного обладнання ФЕС її вартість суттєво збільшиться.

Процес проектування ФЕС передбачає детальне вивчення особливостей клімату місця розташування майбутньої станції, середніх значень приходу сонячної енергії та температури. Також при проектуванні станції для потреб автономних споживачів визначається профіль навантаження. Основними режимами роботи автономної ФЕС є: режим достатньої генерації (а), коли згенерована енергія використовується не тільки на покриття навантаження, але і для зарядження акумуляторних батарей; режим недостатньої генерації (б), коли навантаження покривається як за рахунок енергії, згенерованої фотомодулями, так і енергією акумуляторних батарей; режим відсутності генерації (в) – темний час доби або похмурі дні, коли навантаження забезпечується енергією акумуляторних батарей. Знаючи параметри клімату місцевості розташування ФЕС, профіль навантаження та основні режими роботи ФЕС, можна провести розрахунок необхідних об'ємів обладнання на основі річного балансу енергії у системі ФЕС [2]. У роботі [2] був запропонований саме такий метод для автономної ФЕС, яка складалася з поля фотомодулів, регулятора заряду-розряду, акумуляторних батарей, інвертора та споживача. Головною умовою виконання балансу енергії в

такій системі є рівність значень енергії у системі на початок розрахункового періоду та на кінець. Загальне рівняння балансу має вигляд:

$$\frac{1}{\eta_{inv}} \sum_{n \in \{a, \delta, \epsilon\}} \overline{E_{load}}(n) + \frac{1}{\eta_c} \sum_{n \in \{a\}} \overline{E_{bat}^{in}}(n) = \eta_{reg} \sum_{n \in \{a, \delta\}} \overline{E_{PV}}(n) + \eta_d \sum_{n \in \{\delta, \epsilon\}} \overline{E_{bat}^{out}}(n),$$

де η_{inv} , η_c , η_{reg} , η_d – ККД інвертора, акумуляторної батареї на заряд, регулятора заряду-розряду та акумуляторної батареї на розряд відповідно; $\overline{E_{load}}(n)$, $\overline{E_{bat}^{in}}(n)$, $\overline{E_{bat}^{out}}(n)$, $\overline{E_{pv}}(n)$ – середньодобові значення навантаження, енергії, що надійшла до акумуляторної батареї та була отримана від акумуляторної батареї, та енергії, що була згенерована фотопанелями відповідно для n -го дня розрахункового періоду відповідно.

З метою апробації методики [2] розрахунку автономної ФЕС на основі балансу енергії був розроблений онлайн-ресурс <http://olha.pythonanywhere.com/solar/home>, на якому користувачі мають можливість провести розрахунок ФЕС (визначити площу поля фотопанелей та ємність акумуляторних батарей), яка розрахована на роботу протягом усього року. На сайті є можливість розрахувати ФЕС як із довільною (необмеженою) сумарною ємністю акумуляторних батарей, так і з обмеженою деяким вказаним значенням. Для успішного проведення розрахунку користувач повинен задати профіль навантаження (середньомісячні значення), річний графік надходження сонячного випромінювання (помісячні значення) та максимально допустиму ємність акумуляторної батареї (за вибором) (рис. 1).

Node	Efficiency
Regulator	0.9
Inverter	0.95
Battery charge	0.8
Battery discharge	0.9
PV generators	0.11

Month	Load
January	10.9
February	10.44
March	10.43
April	11.28
May	11.8
June	11.74
July	11.3
August	6.33
September	6.3
October	7.48
November	10.96

Month	Peak Solar Hours
January	2522
February	2899
March	3418
April	4954
May	5633
June	6496
July	7294
August	7389
September	6381
October	5482
November	4902

Parameter	Value
Battery capacity limit	200

Рис. 1. Форма для введення вхідних даних.

Коефіцієнти корисної дії вузлів ФЕС жорстко визначені і наведені для інформації. В результаті проведення розрахунку користувачу будуть повідомлені значення необхідної площі поля фотомодулів та сумарної ємності акумуляторних батарей. Також будуть наведені графіки, що характеризують роботу ФЕС протягом року (рис. 2).

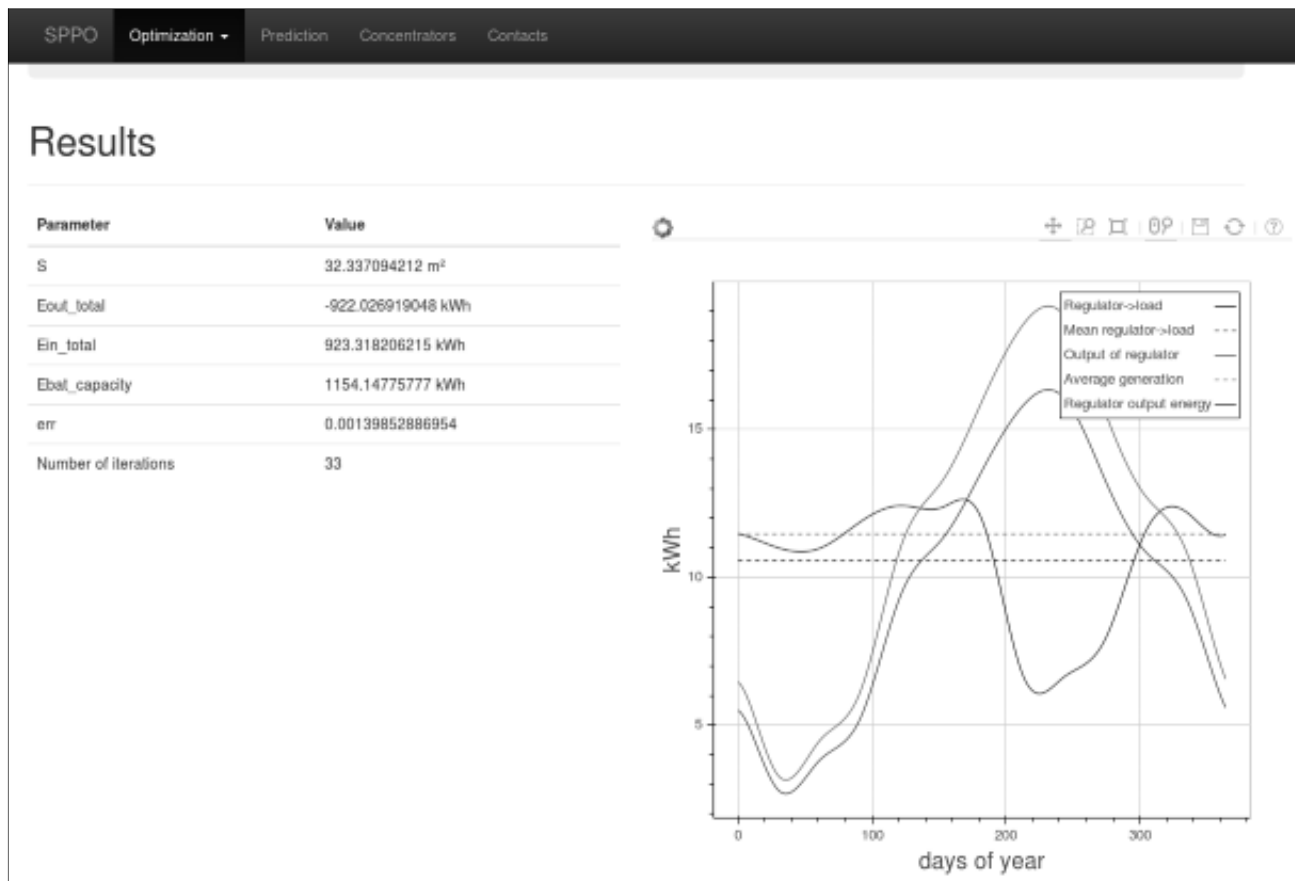


Рис. 2. Результати розрахунку.

На момент написання даного повідомлення ресурс знаходиться у процесі розробки. В подальшому планується розширити його іншими методами оптимізації роботи ФЕС [3].

1. Kalogirou S.A. Solar Energy Engineering: Processes and Systems.–London: AcademicPress, 2009. – 760 p.

2. Гаєвський О.Ю., Ушкаленко О.В. Методика розрахунку на основі балансу енергії автономної фотоелектричної станції // Відновлювана енергетика. – 2015. – №2(41). – С. 33–42.

3. Ушкаленко О.В., Гаєвський А.Ю. Статистическое прогнозирование солнечной радиации на основе спутниковых снимков. Алгоритм "вытеснения" // Відновлювана енергетика. – 2014. – №4(39). – С. 50–56.