

Банкодуї Костянтин
магістрант
Наукові керівники:
к.т.н., доцент **Потанський П.В.**,
асистент **Вусатий М.В.**
*Подільський державний
аграрно-технічний університет
м. Кам'янець-Подільський*

ВІДНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗНЕСТРУМЛЕНИХ СПОЖИВАЧІВ КОНКУРЕНТНОГО ОПТОВОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Розвиток ринкових відносин в електроенергетичній галузі України сьогодні пов'язаний насамперед з впровадженням повномасштабної конкурентної моделі функціонування ринку електричної енергії – ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку електричної енергії (РДДБ) України [4, 5]. Купівля та продаж електричної енергії в Україні здійснюються в умовах постійного та неперервного у часі забезпечення балансу генерації та споживання електричної енергії. Причому розв'язання задачі забезпечення зазначеного балансу в моделі РДДБ України передбачено в рамках балансуючого ринку електричної енергії, функціонування якого, в свою чергу, тісно пов'язане з роботою ринку допоміжних послуг, які надаються учасниками РДДБ системному оператору для виконання ним своїх функцій з надання системних послуг. Слід зазначити, що одним з пріоритетних завдань розвитку РДДБ України є підвищення якості надання системних послуг учасникам РДДБ [1] як з боку системного оператора, так і операторів розподільчих мереж.

З огляду на зазначене в статті розглянуто особливості методу підвищення ефективності надання операторами розподільчих мереж системної послуги з відновлення електропостачання аварійно знеструмлених споживачів електричної енергії, які є учасниками РДДБ.

У моделі РДДБ України передбачено, що системний оператор повинен забезпечити надання учасникам РДДБ як системних послуг, так і послуг з балансування попиту і контрактних обсягів купівлі-продажу електричної енергії на балансуючому ринку. Водночас системний оператор здійснює також і контроль роботи ринку допоміжних послуг, виконує функції з придбання допоміжних послуг у постачальників допоміжних послуг, необхідних для забезпечення надійної роботи об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України, забезпечує доступність надання таких послуг виробниками та споживачами електричної енергії.

Системний оператор може закуповувати допоміжні послуги через прямі довгострокові контракти або з використанням окремих тендерних механізмів, причому як безпосередньо у виробників електричної енергії, так і у інших учасників РДДБ України, які матимуть право надавати допоміжні послуги або права на надання таких послуг згідно з правилами РДДБ України.

До найбільш актуальних і недостатньо опрацьованих в аспекті підвищення ефективності надання системних послуг з оперативного керування електричними мережами (ЕМ) належить задача відновлення електроживлення споживачів (ВЕС), знеструмлених у результаті аварій в ЕМ. Оскільки внаслідок складності ЕМ як об'єктів керування та стохастичної природи аварійних збурень неможливо заздалегідь передбачити всі оптимальні варіанти ВЕС, розв'язання зазначеної задачі має здійснюватись згідно з певною стратегією. Пошук варіантів ВЕС оперативний персонал (ОП) електромереж України і досі виконує фактично без допомоги спеціалізованих засобів, тому рішення, які він приймає в таких ситуаціях, не завжди ефективні та безпомилкові. Слід зазначити, що майбутній механізм функціонування РДДБ в Україні передбачає формування певної системи штрафів за перебільшення часу відновлення електроживлення споживачів, а також систему «бонусів» за зменшення цього часу, що обумовлює необхідність підвищення ефективності розв'язання цієї задачі не тільки з технологічної, але й з економічної точки зору.

Особливої актуальності при цьому набувають заходи, які не потребують значних капітальних витрат. Прикладом цього є створення та впровадження системи підтримки ОП у прийнятті рішень [2]. Для автоматизованого розв'язання вказаної задачі потрібно розробити методи та реалізувати відповідні програмні засоби, які дають змогу виконувати пошук *online* найкращих (за визначеними критеріями) варіантів ВЕС.

Таким чином, спираючись на результати проведених досліджень [3, 6], розроблено новий метод пошуку оптимальних варіантів ВЕС. Цей метод забезпечує знаходження глобального оптимуму (найкращого розв'язку) задачі ВЕС, що базується на особливостях механізмів генетичних алгоритмів та розробленій їх модифікації, зокрема:

- пошук варіантів ВЕС з використанням генетичних алгоритмів (для пошуку варіантів ВЕС було розроблено відповідний варіант реалізації генетичних алгоритмів, ефективний саме для розв'язання даної задачі [3, 9]);
- порівняння знайдених варіантів ВЕС у режимі «*on-line*» із залученням інтегрального «показника якості» [8];
- перевірку допустимості відхилень рівнів напруг у споживачів електричної енергії, яка виконується на останніх етапах розв'язання задачі ВЕС, коли вже знайдено найбільш оптимальні розв'язки даної задачі;
- виконання процедури «розвантаження» ЕМ, в результаті якої забезпечується «балансування» сумарної потужності знеструмлених споживачів, для яких забезпечується електроживлення, та наявного резерву потужності в ЕМ.

Також передбачено урахування низки додаткових обмежень, наприклад, *обмеження стосовно використання вимикачів з певним залишковим електричним ресурсом*. Проте для практичного застосування останнього обмеження часто бракує необхідної інформації. Відбір найкращих варіантів ВЕС виконується за такими критеріями: *максимізації потужності відновленого навантаження,*

тобто відновлення максимально можливої за поточних умов сумарної потужності знеструмлених споживачів (основна мета задачі ВЕС) та зменшення *нерівномірності розподілу навантаження між; центрами живлення* (дозволяє зменшити нерівномірність розподілу навантаження між центрами живлення, суміжними із знеструмленим фрагментом ЕМ, що сприяє «вирівнюванню» напруги в ЕМ), *мінімізації кількості перемикань у схемі ЕМ* (сприяє зменшенню кількості комутаційних операцій при пошуку варіантів ВЕС, одночасно мінімізуючи і загальний час виконання операцій), *скорочення часу відновлення електропостачання* (враховуються потреби у часі для реалізації різних варіантів ВЕС).

Одним з пріоритетних завдань розвитку РДДБ України є підвищення якості надання системних послуг учасникам РДДБ і, зокрема, послуги з відновлення електропостачання аварійно знеструмлених споживачів електричної енергії. Розроблений на базі генетичних алгоритмів метод пошуку варіантів ВЕС спрямований на підвищення ефективності надання такої послуги операторами розподільчих мереж.

Список використаних джерел

1. *Ватагин М.Ю., Баталов А.Т., Грабчак Р.В., Денисевич К.Б. Корнюш С.В.* О системных услугах замолвите слово...// Электрические сети и системы. – 2007. – № 3. – С. 3-8.
2. *Кириленко О.В., Буткевич О.Ф., Лук'яненко Л.М., Парус Є.В.* Системи підтримки прийняття рішень оперативним персоналом електроенергетичних об'єктів // Техн. електродинаміка. – 2008. – № 3. – С. 59-65.
3. *Кириленко О.В., Буткевич О.Ф., Лук'яненко Л.М.* Розв'язання на базі генетичних алгоритмів задачі відновлення електроживлення аварійно знеструмлених споживачів // Техн. електродинаміка. Темат. вип.: «Силова електроніка та енергоефективність». – 2009. – Ч. 1. – С. 55-60.
4. *Кириленко О.В., Корхмазов Г.С, Попович В.І.* Оптовый рынок электрической энергии: модели та стандарти // Техн. електродинаміка. Темат. вип. «Силова електроніка та енергоефективність». – 2007. – Ч. 1. – С. 6267.
5. *Концепція функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України, схвалена постановою КМУ від 16 листопада 2002 р. № 1789.*
6. *Boyarchuk V., Ivanyshyn V., Tryhuba A., Zasada M., Hutsol T., Tatomyr A., Tryhuba I., Nurek T., Glowacki Sz., Brys A.* Substantiation of the configuration of agricultural power supply systems using wind energy based on computer simulation. Monograph. – Warszawa: 2020 – 126p.
7. *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation*, edited by M. Wróbel , M. Jewiarz , and A. Szłęk (Springer Nature Switzerland, Cham, Switzerland, 2020).