

УДК 621.31

Денисюк С.П., д-р техн. наук, проф., Соколовський П.В., аспірант.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ТЕХНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ ВІРТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Для досягнення скоординованої інтеграції розосереджених енергетичних ресурсів в електричній мережі та вирішення завдань підвищення надійності функціонування енергетичних систем, скорочення втрат енергії в системах, зниження вартості системних послуг з передачі, розподілу та зберігання енергії, гнучкості, інтеграції, безпеки, диспетчеризації, необхідно розглянути можливість побудови та функціонування віртуальної електричної станції (Virtual Power Plant – VPP). VPP прагне досягти ситуації, коли всі учасники локальної енергетичної системи, включаючи споживачів знаходяться в умовах виграшу «win-win».

VPP – це одна з основних компонентів майбутніх енергосистем, інтелектуальних електричних мереж Smart Grid, яка забезпечує можливість централізованого агрегування енергії та дасть можливість поєднувати об'єкти розосередженої генерації (distributed generation – DG), активних споживачів (AC), з оптимальними варіаціями їх підключення. Гармонізація генерації енергії виконується на різних функціональних рівнях: технічному, економічному, організаційному [1 – 3].

VPP керують своїми складовими елементами найбільш економічним способом за рахунок здатності швидко реагувати на варіацію умов місцевого навантаження та враховувати мінливі параметри всіх постачальників електроенергії, здійснюючи при цьому цілодобову синхронізацію з енергоринком. Участь у таких ринкових відносинах може забезпечувати багато вартісних потоків («трансакцій») для VPP завдяки можливості надання декількох послуг одночасно: грошових, інформаційних та організаційних потоків [4].

Економічними стимулами в VPP є: програми керування попитом (Demand Side Management – DSM), запровадження програми енергозбереження та енергоефективності. За допомогою DSM, VPP наближують споживчий попит і пропозицію до необхідного оптимуму та економічно допомагають кінцевим користувачам отримувати вигоду від електроенергії для зниження їх попиту [2].

Модель VPP може поєднувати окремі локальні енергосистеми Microgrid, структурними одиницями яких можуть виступати підприємства (заводи). Об'єднання декількох підприємств, на яких діють програми з DSM, дасть можливість змінювати власну генерацію $P(t)$, виходячи з умов, які диктує енергоринок. За рахунок провадження програм з енергозбереження та енергоефективності, відбувається оптимізація.

Важливо переглянути тарифну політику та програму грошової (бонусної) мотивації активних споживачів. AC – учасник споживчого (prosumer) ринку енергії, який має можливість, виходячи зі своїх потреб та спроможності: 1) виконувати функції оптимізації графіка завантаження своїх власних потужностей, як з метою мінімізації власних витрат на електроенергію, так і з метою отримання доходу від продажу виробленої власними генеруючими установками, або накопичену власними акумуляторами електроенергію в систему енергопостачання, або безпосередньо іншим споживачам, які цього потребують; 2) надавати додаткові послуги системному оператору чи споживачам [5].

Бонус VPP складається з плати за фіксовану ціну на гнучкість та плати за фіксовану ціну на електроенергію, що забезпечує AC передбачуваний річний дохід. Мотивація AC

буде відбуватися на основі різних тарифів на купівлю та продаж електроенергії, тобто в пікові години споживач зможе продавати накопичену електроенергію за найбільш вигідним тарифом, а користуватись електроенергією вночі (заряджати електроавтомобілі, тощо), коли тариф значно нижче.

Організаційно VPP поділяють на такі структурні рівні, як:

- VPP верхнього рівня: оптовий ринок електроенергії;
- VPP середнього рівня: роздрібний ринок електроенергії, розподільні електричні мережі;
- VPP нижнього рівня: системи електропостачання промислових і комунальних об'єктів, будівель і споруд, DG, АС.

Технічно та інформаційно VPP можуть об'єднуватись з такими ж типами електричних станцій утворюючи спільну електричну мережу, яка може працювати як спільно, так і автономно з регіональними мережами.

Висновки. Концепція функціонування локальних електричних систем VPP перетворюється на децентралізовану систему, яка буде включати велику кількість DG, Microgrid та АС, й може працювати в енергетично віддалених і тупикових регіонах.

Визначено, що в умовах дефіциту генеруючих потужностей, VPP можуть бути використані для зниження навантаження протягом пікових періодів. Системи VPP з часом можуть замінити стандартні моделі функціонування локальних систем, забезпечуючи тим самим вищу ефективність та більшу гнучкість, що дасть змогу енергетичній системі краще реагувати на коливання. Проаналізовано вплив АС у структурі VPP. Описано оптимізаційні рівні на шляху до побудови VPP.

Для оптимізації функціонування VPP, необхідно вирішити ряд технічних завдань таких, як: особливості приєднання різної кількості DG; вибір оптимального місця розташування DG та їх вплив на мережу; вибір перетворювальної та комутаційної апаратури; забезпечення ефективності розподілу та споживання електроенергії, підбір оптимального регулювання навантаження та розташування оптимальних вимірювальних пристроїв високої надійності електропостачання та якості електроенергії; перехід на нові рівні напруги (20 кВ).

Список використаної літератури:

1. Стогній, Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Розвиток інтелектуальних електричних мереж на основі положень концепції Smart Grid // Інститут електродинаміки НАН України. – 2012. – С. 5–13.
2. Денисюк С.П., Базюк Т.М. Аналіз впливу джерел розосередженої генерації на електромережу та особливості побудови віртуальних електростанцій // Електрифікація транспорту. – 2012. – № 4. – С. 23–29.
3. Денисюк С.П., Горенко Д.С. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – №2. – С. 25–33.
4. Jegadeesan M., Keerthana V. Optimal Sizing and Placement of Distributed Generation in Radial Distribution Feeder Using Analytical Approach // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2014. – Vol.3. – P. 358–364.
5. Денисюк С.П., Базюк Т.М. Особливості формування активного споживача в сучасних електромережах // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 3. – С. 75–79.

References:

1. Stogniy B.S., Kirilenko V.A., Denysiuk S.P. Global experience and perspectivebased intelligent energy systems in Ukraine // Institut elektrodinamiki NAN Ukrainy. – 2013. – P. 5-17. (Ukr).
2. Denysiuk S.P., Bazuk T.M. Analysis of influence of sources of distributed generation of electrical construction and features virtual power // Elektrifikatsiya transporta. – 2012. – № 4. – P. 23–29 (Ukr).
3. Denysiuk S.P., Horenko D.S. Analysis problems of implementation virtual power plants // Energetika: ekonomika, tekhnologii, ekologiya. – 2016. – №2. – P. 25–33 (Ukr).
4. Jegadeesan M., Keerthana V. Optimal Sizing and Placement of Distributed Generation in Radial Distribution Feeder Using Analytical Approach // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2014. – Vol.3. – P. 358–364.
5. Denysiuk S.P., Bazuk T.M. Features of forming of active user in modern electric systems // Vistnyk Vinnitskogo Politekhnicheskogo Instituta. – 2014. – № 3. – P. 75–79 (Ukr).