

П. Д. Лежнюк, О. А. Буславець

### Smart Grid технології в електроенергетиці

Останні десятиліття характеризуються бурхливим розвитком техніки, економіки й суспільства, у яких відбуваються кардинальні зміни (високі технології, ріст чисельності населення планети, глобальна зміна клімату й т.п.), що впливають у тому числі на енергетичний бізнес, пред'являючи до нього все нові й нові вимоги.

Основні передумови становлення нової (інноваційної) концепції розвитку електроенергетики:

- дефіцит джерел електричної енергії;
- постійно зростаючі вимоги до надійності і якості електропостачання з боку споживачів;
- постійне підвищення вартості електричної енергії в усьому світі;
- зростання вимог зацікавлених сторін до результатів діяльності енергетичних компаній;
- вимоги екологічної й промислової безпеки функціонування енергетичних об'єктів;
- зниження загальносистемних витрат.

Для реалізації нової концепції розвитку електроенергетики необхідна зміна парадигми керування енергосистемою – від концепції централізованого керування – до концепції розподіленого керування. Нові умови й каталізатори розвитку галузі формують потребу в розробленні й впровадженні нових технологій і елементів, що забезпечують:

- рух потоків електроенергії й інформації від енергетичних компаній до споживачів і назад;
- постійний контроль за всіма елементами мережі – від роботи електростанцій до споживання електроенергії індивідуальними пристроями;
- інтеграцію розподілених джерел електроенергії (у тому числі поновлюваних) і засобів зберігання електроенергії.

Основні фактори, що визначають необхідність і можливість кардинальних перетворень в електроенергетиці під впливом складних умов, можна згрупувати в такий спосіб.

*Фактори технологічного прогресу:* поява й розвиток нових технологій, пристроїв і матеріалів (у тому числі в інших галузях), потенційно застосовних у сфері електроенергетичного виробництва, і в першу чергу наростаючі темпи й масштаби розвитку комп'ютерних і інформаційних технологій; інтенсивне зростання кількості малих джерел енергії (у першу чергу поновлюваних); загальна тенденція до підвищення рівня автоматизації процесів.

*Фактори підвищення вимог споживачів:* підвищення вимог до набору (лінійки) і якості послуг; очікування зниження цінових параметрів послуг галузі; вимоги до інформаційної прозорості системи взаємин суб'єктів електроенергетичних ринків, у першу чергу зі споживачами.

*Фактори зниження надійності:* наростаючий рівень зношування устаткування; необхідність масових інвестицій у реновацію основних фондів; зниження загального рівня надійності електропостачання; високий рівень втрат при перетворенні, передачі й розподілі електроенергії.

*Фактори зміни ринку:* зміна внутрішніх умов функціонування електроенергетичних ринків; економічна нестабільність; реформування організації функціонування електроенергетики в більшості країн; розвиток ринку квот на екологічно небезпечні викиди; тривалий інвестиційний і життєвий цикл активів і галузі в цілому, що становлять від 15 до 40 років.

*Фактори підвищення вимог у сфері енергоефективності й екологічної безпеки:* необхідність зниження впливу на навколишнє середовище; необхідність підвищення енергоефективності й енергозбереження.

При розробленні й розвитку концепції Smart Grid прийнято наступні вихідні положення:

- концепція Smart Grid передбачає системне перетворення електроенергетики (енергосистеми) і зачіпає всі її основні елементи: генерування, передачу й розподіл (включаючи й комунальну сферу), збут і диспетчеризацію;
- енергетична система в майбутньому розглядається як подібна мережі Інтернет інфраструктура, призначена для підтримки енергетичних, інформаційних, економічних і фінансових взаємин між всіма суб'єктами енергетичного ринку й інших зацікавлених сторін;
- розвиток і функціонування енергетичної системи повинні бути спрямовані на задоволення погоджених всіма зацікавленими сторонами основних вимог – ключових цінностей, вироблених у

результаті спільного бачення всіма зацікавленими сторонами цілей і шляхів розвитку електроенергетики;

– довгострокове перетворення електроенергетики повинне бути спрямоване на розвиток існуючих і створення нових функціональних властивостей енергосистеми і її елементів, що забезпечують найбільшою мірою досягнення цих ключових цінностей;

– електрична мережа (всі її елементи) розглядається як основний об'єкт формування нового технологічного базису, що дає можливість істотного поліпшення досягнутих і створення нових функціональних властивостей енергосистеми;

– розроблення концепції комплексно охоплює всі основні напрямки розвитку: від досліджень до практичного застосування й тиражування - і стосується наукових, нормативно-правових, технологічних, технічних, організаційних, управлінських й інформаційних сфер;

– реалізація концепції носить інноваційний характер і відбиває перехід до нового технологічного укладу в електроенергетиці й в економіці в цілому.

Для покращання умов оптимального керування режимами електроенергетичних систем (ЕЕС) в рамках концепції SMART Grid передбачується розвиток наступних функціональних властивостей.

1. *Самовідновлення при зміні станів.* Енергосистема і її елементи повинні постійно підтримувати свій технічний стан на рівні, який забезпечує потрібні надійність і якість електропостачання шляхом ідентифікації, аналізу і переходу від керування по факту виникнення ситуації до превентивної її появи. Діагностування стану обладнання та оцінювання ймовірних ризиків його відмов базується на вимірах, що проводяться в режимі реального часу на обладнанні станцій, підстанцій і ліній електропередачі. В енергосистемі на базі концепції SMART Grid визначається загальний стан електричних мереж.

2. *Мотивація активної поведінки кінцевого споживача,* яка забезпечує можливість самостійної зміни ним обсягу і функціональних властивостей електроенергії, що отримується. Участь споживачів може приймати різні форми в залежності від його можливостей і умов енергосистеми: вибір тарифного плану, регулювання пікового навантаження, використання власних джерел енергії, в тому числі нетрадиційних і відновлювальних. Разом це робить можливим зменшення експлуатаційних витрат.

3. *Забезпечення надійності та якості електроенергії* шляхом заміни системно орієнтованого підходу до забезпечення цих властивостей клієнтоорієнтованим і підтримки різних рівнів надійності і якості електроенергії в різних цінових сегментах. Моніторинг і контролюючі пристрої можуть створити мережу, яка самовідновлюється і може сприяти скороченню і попередженню перебоїв, а також продовженню строку служби підстанційного обладнання. Енергосистема на базі концепції SMART Grid повинна мати можливість диференціювати послуги електропостачання з різними рівнями надійності і якості електропостачання за різною ціною, забезпечуючи в режимі реального часу моніторинг, діагностику швидку реакцію щодо зміни надійності і якості електропостачання.

4. *Різні типи електростанцій і систем акумулювання електроенергії – розподілене генерування.* Оптимальна інтеграція електростанцій і систем акумулювання електроенергії різних типів і потужності шляхом під'єднання їх до ЕЕС згідно стандартизованих процедур і перехід до створення «мікромереж» з боку кінцевих споживачів. Для споживачів повинні бути створені умови для розбудови власних генеруючих і акумулюючих потужностей, в першу чергу відновлювальних джерел енергії (ВДЕ).

5. *Розширення ринків електроенергії і потужності для споживача.* Відкритий доступ до ринку централізованого і розподіленого генерування. ЕЕС на базі концепції SMART Grid надасть більші можливості для споживачів і виробників електроенергії за рахунок збільшення пропускної здатності магістральних мереж, розміщення розподілених джерел енергії в РЕМ ближче до споживачів. Змінюється статус споживача, обумовленого тим, що він може мати власні джерела електроенергії.

6. *Оптимізація управління активами.* Перехід до дистанційного моніторингу виробничих можливостей в режимі реального часу, інтегрованому в корпоративні системи управління, для підвищення ефективності оптимізації режимів електричних мереж, вдосконалення експлуатації, ремонтів і заміни обладнання по його стану. ЕЕС на базі концепції SMART Grid, використовуючи дані про технічний стан електрообладнання, оптимізує пропускну здатність мереж, зменшить системні втрати, оптимізує генеруючі і мережеві ресурси, відкорегує графіки навантаження.