

ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ У ЕНЕРГОСИСТЕМІ УКРАЇНИ

Немировський І. А., Федорчук С. О.

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Розглянуто основні принципи та засоби їх реалізації у концепції інтелектуальних мереж. Зроблено висновки щодо перспективності дослідження концепції інтелектуальних мереж та розподіленої генерації.

Постанова проблеми

Згідно проекту "Енергетична стратегія України на період до 2030 року та подальшу перспективу" реалізація принципу "інтелектуальних мереж" є одним з пріоритетів розвитку електроенергетичної галузі. Однак концепція інтелектуальних мереж не є остаточно сформованою і необхідно визначити переваги від її використання для України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Згідно сучасним публікаціям, концепція не має чіткого визначення та викликає суперечливе ставлення у деяких дослідників.

Мета статті

Розглянуто концепцію інтелектуальних мереж, визначено основні її принципи, та запропоновано шляхи її використання в реаліях української енергетики.

Основні матеріали дослідження

Згідно проекту "Енергетична стратегія України на період до 2030 року" [1] пріоритетами розвитку електроенергетичної галузі стануть оптимізація структури генеруючих потужностей з урахуванням особливостей залучення до енергетичного балансу відновлюваної енергетики та розвиток мереж електропостачання, що передбачає зниження ступенів трансформації та наближення високовольтних мереж до споживача, підвищення гнучкості системи шляхом реалізації принципу "інтелектуальних мереж". Однак, не дивлячись на актуальність і популярність концепція інтелектуальних мереж все ще не має загальноприйнятого визначення. В різноманітних джерелах концепція трактується в залежності від погляду автору, зацікавлених сторін та країни. Державні структури, в якості основи, бачать національні програми по комплексному оновленню та розвитку електричних мереж усієї країни, виробники обладнання – платформу для інтеграції нових технологій та новий ринок збуту існуючого обладнання, а енергетичні компанії – базу для забезпечення стійкої, сучасної та інноваційної діяльності.

Але найбільш доцільно виділити три визначення:

- Інтелектуальні мережі – це електричні мережі, задовольняючі вимогам енергоефективного і економічного функціонування енергетичної системи за рахунок скоординованого управління та за допомо-

гою двосторонніх комунікацій між елементами електричних мереж, електричними станціями, акумуляцією, споживачами. [2]

- Інтелектуальна мережа – повністю інтегрована, здатна самостійно регулювати і відновлювати свою роботу електроенергетична система, що має мережеву топологію і включає в себе всі генеруючі джерела, магістральні і розподільні мережі і всі види споживачів електричної енергії, керовані однією мережею автоматизованих пристроїв в режимі реального часу. Це визначення концепції запропоновано Інститутом інженерів електротехніки та електроніки.

- Інтелектуальна мережа – це комплексна модернізація та інноваційний розвиток всіх суб'єктів електроенергетики на основі передових технологій і збалансованих проектних рішень на всій території країни. Цього визначення концепції придержуються в СНД.

Експерти США вважають, що основними причинами для створення концепції інтелектуальних мереж були:

- необхідність системної модернізації в галузі, яка пов'язана з усіма її складовими: генерацією, передачею, розподіленням, збутом та диспетчеризацією;

- бачення розвитку енергосистеми як інтернет подібної інфраструктури для підтримки енергетичних, інформаційних, економічних та фінансових співвідношень між усіма суб'єктами енергоринку;

- можливість використання мереж нового типу в якості технологічного базису для значного вдосконалення сучасних і створення нових функціональних, необхідних усім учасникам енергоринку, властивостей системи;

- формування концепції ведеться на науковому, нормативно-правовому, технологічному, організаційному, управлінському та інформаційному рівнях;

- реалізація концепції має інноваційний характер та дає поштовх до нового технологічного укладу в енергетиці та економіці.

В рамках концепції різноманітні вимоги усіх заінтересованих сторін зведено до групи ключових цінностей нової електроенергетики [3]:

- доступність – забезпечення споживачів енергією згідно необхідних їм параметрам часу, місця та якості;

- надійність – можливість протистояння енергосистеми фізичним і інформаційним негативним впливам без тотальних відключень або високих витрат на відновлювальні роботи, а також її максимального швидке відновлення (самовідновлення);

- економічність – оптимізація тарифів на поставку та зниження загальносистемних витрат на генерацію та розподілення електричної енергії;

- ефективність – максимізація ефективності використання всіх видів ресурсів і технологій при виробництві, передачі, розподілі та споживанні електроенергії;

- органічність з навколишнім середовищем – зниження негативного впливу на навколишнє середовище;

- безпека – недопущення ситуацій в електроенергетиці, потенційно небезпечних для людей і навколишнього середовища.

Принципово важливо розглядати усі вимоги як рівні, їх порядок виконання може бути індивідуальним для кожного суб'єкту співвідношень.

Виконання цих вимог призводить до виникнення нових особливостей системи: самовідновлення, мотивація активності споживача, супротив негативним впливам, забезпечення надійності електропостачання, різноманіття типів електричних станцій, розширення енергетичних ринків, оптимізації керування активами.

Така система постійно ідентифікує ризики, аналізує їх, та на основі отриманих даних утримує свій технічний стан на необхідному рівні. Це дозволяє перейти від реагування на аварійні ситуації після їх виникнення до їх попередження, чи зменшення негативних наслідків.

Споживач у перспективі отримає змогу керувати об'ємами та параметрами енергії на основі балансу можливостей системи та своїх потреб за допомогою інформації про ціни, об'єми генерації, надійності постачання та характеристик енергії.

За допомогою спеціальних методів, що зменшують фізичну та інформаційну вразливість системи, стане можливо як запобігти, так і збільшити швидкість відновлення після аварійних ситуацій в відповідності до вимог енергетичної безпеки.

В ході концепції передбачається оптимальна інтеграція усіх типів генеруючих та акумулюючих пристроїв за допомогою стандартизованих процедур підключення та впровадження мікроенергосистем або мікромереж (microgrid) на рівні споживачів.

Самі споживачі отримають відкритий доступ на ринку електричної енергії, а саме на ринок "активного споживача", а також до розподіленої генерації, що призведе до росту ефективності роздрібного сегменту.

Нові опції моніторингу, що пропонуються концепцією, призведуть до підвищення ефективності роботи, покращення процесу експлуатації, ремонту, заміни споживачого та генеруючого обладнання та зменшенню загальних витрат.

В рамках концепції інтелектуальних мереж ВДЕ найчастіше пов'язують з розподіленою генерацією енергії. У традиційній системі постачання енергія від великих електричних станцій поступає навіть найвіддаленішим споживачам, що неодмінно пов'язано з втратами та підвищенням вартості електричної енергії. На відміну від цього у розподіленій системі генеруючі об'єкти невеликої потужності (до 50 МВт) разом з акумулюючими пристроями розташовані у безпосередній близькості до споживача, працюють паралельно з мережею чи окремо від неї, та мають можли-

вість використання технологій smart Grid. Таке розташування генеруючих потужностей дуже вигідно для України так як втрати електроенергії у мережах перевищують генерація займає дуже важливе місце при плануванні розвитку електричних мереж у розвинених країнах. Вже зараз приблизно 10% від усієї виробленої у ЄС електроенергії генерується завдяки розподіленій генерації. У Данії таким чином виробляється 50% від загальної кількості електричної енергії.

Найчастіше в системі розподіленої генерації використовуються наступні типи установок для генерації: вітрові турбіни, сонячні панелі, газові мікро турбіни, паливні комірочки, малі ГЕС.

При збільшенні кількості ВДЕ в енергосистемі збільшується ризик пошкодження ізоляції обладнання. Причина – інвертори, що використовуються при генерації на сонячних та вітряних електростанціях. Проблеми проявляються в зміні форми синусоїди та імпульсах перенапруги. Саме ці фактори призводять до пошкодження ізоляції та її пробоям. Нестабільна генерація призводить до виникнення проблем у системі розподілення та передачі електроенергії. Цю нестабільність необхідно компенсувати за допомогою систем акумуляції або високоманеврових електростанцій на традиційних видах палива. Мінливість електропостачання призводить к постійним змінам в точці регулювання напруги.

Окрім особливостей використання ВДЕ розподілена генерація також призводить до нових проблем:

- підвищення напруги в розподільній мережі;
- виникнення надлишків потужності та проблем з регулюванням частоти;
- поява реверсивних потоків потужності;
- необхідність забезпечення стійкості системи за умови відключення великої кількості установок;
- складність обслуговування фідерів з активними споживачами та розподіленою генерацією.

Концепція інтелектуальних мереж пропонує наступні рішення: створення системи автоматичного керування енергією, системи зберігання енергії, віртуальні електричні станції.

Системи автоматичного керування енергією включають в себе розподілені інтелектуальні пристрої та аналітичні інструменти для підтримки комунікації на рівні об'єктів енергосистеми, працюючі в режимі реального часу, операційні додатки нового покоління (SCADA/EMS/NMS), які дають змогу використовувати нові алгоритми та методи керування мережею, в тому числі і її активними елементами.

Також використовуються інтегровані системи прийняття рішень, такі як SCADA, розподілені системи управління і контролю (DMCS), розподілена система поточного контролю процесів генерації (DGMS), автоматична система вимірювань у поточних процесах та багато іншого.

Саме поєднання розподіленої генерації і збереження з системою автоматичного керування та розвинутою системою комунікацій створює віртуальні електричні станції. Основна ідея полягає в тому, що кожен з елементів системи прямо чи опосередковано пов'язаний з контролюючим центром двостороннім зв'язком. Цей зв'язок дозволяє не тільки отримувати дані з приладів обліку, а й керувати генеруючими і

споживаючими елементами системи. Система комунікацій повинна мати достатню швидкість передачі даних, великий пропускний канал, забезпечувати мінімальну затримку при передачі даних та мати можливість розширення. В залежності від кількості під'єднаних елементів для оптимізації роботи мережі взаємодія проводиться з окремими елементами, або в разі більших масштабів з кластерами однотипних елементів.

Ще один з аспектів концепції інтелектуальних мереж, який використовує ВДЕ, це мікромережі. Цей варіант мереж дозволяє розбити мережу на окремі частини здатні як працювати разом в звичайному режимі, так і поодиночі протягом деякого часу в разі нештатних ситуацій. Це забезпечується завдяки наведеним вище засобам і новим принципам побудови електричних мереж та дозволяє підвищити надійність електропостачання для абонентів.

На сьогоднішній день в Євросоюзі впроваджуються ряд проектів з метою дослідження результатів застосування концепції інтелектуальних мереж під назвою Grid4eu. Дане дослідження складається з декількох окремих проектів з власними, часто не співпадаючими, цілями. В якості показового прикладу звернемося до проекту, що проводиться у Франції, під назвою Nice grid.

Проект розпочався 17 червня 2011 року в місті Каррос, розташованому неподалік від Ніцци. Метою проекту є перевірка ефективності інноваційних рішень Smart Grid і побудова дорожньої карти їх впровадження для інших регіонів.

В ході реалізації даного проекту перевіряються наступні напрямки: розподілена генерація, мікромережі, управління з боку споживача і інтеграція фотоелектричних систем. Тобто цей проект можливо розглядати в якості показового для проаналізованих раніше аспектів.

На даному етапі реалізації проекту вдалося, спираючись на інтеграцію фотоелектричних систем і сховищ енергії, провести впровадження розподіленої генерації в електромережу міста і забезпечити її стабільну роботу. Це було необхідно для зменшення навантаження на регіональні мережі і було обрано в якості альтернативи збільшенню їх пропускної здатності.

Крім того, один з районів міста з 8 будинками, 3 фотоелектричними системами і літій-іонною системою акумуляції було обрано в якості прототипу мікромережі. На даний момент цей район здатний відокремлятися від основної енергосистеми на 5 годин без наслідків для споживачів та енергосистеми.

Також було проведено успішне випробування системи управління з боку споживача. В ході експерименту вдалося змитити 20% навантаження на інший період.

Проект залишається діючим до кінця 2016 року.

Висновки

Концепція інтелектуальних мереж дозволить модернізувати наші електричні мережі, у повній мірі використати наш потенціал від відновлювальних джерел, та підвищити енергетичну ефективність про-

цесів в мережі. Але ці досягнення можливі лише при децентралізації генерації електричної енергії, створення двостороннього зв'язку між генеруючим та споживаючим обладнанням, а також вирішенні проблем з безпекою нового типу мережі. Крім того, велика кількість теоретичних та практичних досліджень ведуться у розвинених країнах вже зараз. При побудові електричних мереж нового типу ми маємо можливість використати ці дослідження в якості дорожньої карти.

Список використаних джерел

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf
2. European SmartGrids Technology Platform [Електронний ресурс]. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf
3. SmartGrid: концептуальные положения [Електронний ресурс] // Энергорынок. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://ipcrem.hse.ru/data/2010/04/29/1218067362/volkov-a-kobec.pdf>.
4. Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid [Електронний ресурс] // Electric power research institute. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.rmi.org/Content/Files/EstimatingCostsSmartGRid.pdf>.
5. SMART GRIDS – general review of synchronization techniques [Електронний ресурс] // IAPGOS. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: e-iapgos.pl/abstracted.php?level=4&id_issue=868963

Аннотация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ УКРАИНЫ

Немировский И. А., Федорчук С. О.

Рассмотрено основные принципы и методы их реализации в концепции интеллектуальных сетей. Сделаны выводы по перспективности исследования интеллектуальных сетей и распределенной генерации.

Abstract

USING THE CONCEPT OF SMART GRIDS IN THE UKRAINE POWER SYSTEM

I. Nemirovsky, S. Fedorchuk

The basic principles and means of implementing the concept of smart grid were reviewed. The conclusions about the prospects of the research concept of smart grid and distributed generation were made.