

Перелік посилань

1. Електричні мережі та системи : підручник / В. В. Кирик. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 324 с.
2. Реформа з енергоефективності. Платформа з енергоефективності. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://eeplatform.org.ua/vse-pro-energoefektivnist-v-ukrayini/reforma-z-energoefektivnosti/> (дата звернення: 10.10.2023).
3. Интеллектуальные электроэнергетические системы: элементы и режимы: Под общ. ред. акад. НАН Украины А.В. Кириленко / Институт электродинамики НАН Украины. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2014. – 408 с.

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ SMART GRID В УКРАЇНІ

Густий Д.О., студент, Халіков В.А., д.т.н.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Після відокремлення України від залишків радянської енергосистеми в лютому 2022 року та приєднання до мережі ENTSO-E в березні 2022 року, перехід української енергетики на міжнародно визнане обладнання та протоколи управління став як ніколи актуальним. Очікується, що прагнення України модернізувати свою економіку, декарбонізувати промисловість та збільшити постачання відновлюваної енергії в Європу в період післявоєнного відновлення прискорить цей процес. Одним з ключових елементів є розвиток «Smart Grid» - «інтелектуальної енергетичної мережі».

Мета роботи. Завданням даної роботи є дослідження поточного стану технологій Smart Grid в Україні з метою виявлення досягнень, проблем та перспектив їхнього впровадження; аналіз впливу впровадження технологій Smart Grid на стабільність та ефективність електроенергетичної системи України; вивчення досвіду інших країн у впровадженні Smart Grid та визначення можливостей адаптації цих підходів в українських умовах; розробка рекомендацій та пропозицій щодо подальшого розвитку і впровадження технологій Smart Grid в Україні з метою забезпечення сталості та ефективності енергетичної системи, а також зменшення негативного впливу на довкілля.

Матеріали та результати досліджень. Система "Smart Grid", також відома як "інтелектуальні мережі", представляє собою сучасну модернізацію систем електропостачання, в яких використовуються інформаційні технології для збору даних про виробництво та споживання електроенергії [1]. Ця технологія практично допомагає автоматизувати процеси для підвищення результативності, надійності та економічної вигоди, а також забезпечує стійкість систем виробництва та розподілу електроенергії в реальному часі.

Впровадження "Розумних мереж" є глобальним трендом, і численні аналітики наголошують на тому, що світове співтовариство повинно невідкладно переорієнтувати енергетичну систему, зменшити витрати та перейти від використання вугільного палива на користь більш чистих джерел енергії, таких як вітряна і сонячна енергія. Ця перетворююча ініціатива необхідна для обмеження глобального потепління і запобігання катастрофічним наслідкам зміни клімату [2].

На початку XXI століття виникла необхідність у модернізації електронних комунікацій і розширенні можливостей електромереж. Технологічні обмеження у вимірюванні електроенергії більше не вимагали рівномірного розподілу пікових тарифів на всіх споживачів. У той же час зростає обурення щодо екологічного впливу електростанцій, які використовують викопне паливо, що призвело до бажання використовувати більше відновлюваних джерел енергії. Вітроенергетика та сонячні батареї стають важливими у контексті функціонування великих електростанцій [3].

Значний спад витрат вказує на значний зсув від централізованої моделі енергосистеми до сильно розподіленої, де енергія генерується та споживається в рамках однієї мережі. Нарешті, наростаючі страхи стосовно можливих терористичних атак у деяких країнах призвели до закликів побудувати більш надійну енергосистему, яка б менше залежала від централізованих електростанцій, розглядаючи їх як потенційні об'єкти для атак.

За даними BloombergNEF, загалом до 2050 року по всьому світу потрібно модернізувати 80 мільйонів кілометрів енергетичних мереж, щоб інтегрувати "зелену" генерацію і зменшити викиди вуглецю.

Цей законопроект має велике значення для України, оскільки більшість електричних мереж в країні були споруджені ще в період Радянського союзу і використовують застарілі методи управління. Протягом багатьох років більшість споживачів електроенергії були змушені терпіти тривалі перерви в постачанні електроенергії, що може тривати до одного дня. Навіть незважаючи на зусилля Міністерства енергетики, Держенергонагляду та енергетичних компаній на місцях, поліпшення індексу SAIDI залишилося незначним. Ця проблема є досить серйозною і в основному пояснюється застосуванням застарілих технологій та низьким рівнем автоматизації.

Електричні мережі в Україні, переважно, керуються диспетчерами, і більшість перемикачів виконується вручну оперативним персоналом. Ця ситуація суттєво впливає на індекс SAIDI, який в Україні залишається на високому рівні. Особливо це відчувається в сільських районах. Наприклад, якщо кілька сіл заживлені від лінії 10 кВ, яка виходить з підстанції 35/10 кВ і не має чергового обслуговування, то часто ця лінія не обладнується телемеханізацією, до того ж її довжина іноді перевищує 30-40 км. У разі аварійного відключення цієї лінії споживачі повинні сповістити оператора системи розподілу, який направить бригаду електромонтерів для відновлення електропостачання. Це багатогодинний процес і нерідко триває понад 10 годин. Більшість з'єднань між лініями 10 кВ виконані з використанням роз'єднувачів, які не можна перемикати під напругою. Щоб підключити споживачів до іншої лінії 10 кВ, необхідно

відключити цю лінію для проведення перемикачів, що призводить до відключення споживачів протягом цього процесу. З урахуванням вимог до безпеки така процедура займає багато часу.

Протягом десятиліть багатьох споживачів електроенергії мало цікавили проблеми, пов'язані з тривалими перервами в електропостачанні. До цього часу для більшості споживачів електроенергії актуальною була третя категорія надійності електропостачання, яка допускає перерви у постачанні електроенергії тривалістю до однієї доби. Незважаючи на намагання Міністерства енергетики, Держенергонагляду та місцевих енергетичних підприємств, значного покращення індексу SAIDI досягнуто не було, оскільки основна проблема полягає в самій конфігурації мережі та застарілих технологіях.

Для вирішення цієї проблеми необхідно впровадити комплексний підхід та встановити нову технічну стратегію, яка б радикально змінила ситуацію. Сучасне суспільство стало надто залежним від надійного електропостачання, і тому тривалі перерви в електропостачанні більше не можуть влаштовувати споживачів.

На сьогоднішній день рівень автоматизації електричних мереж залишається дуже низьким. Частково автоматизовані лише деякі підстанції 35 кВ і вище, і рівень автоматизації в розподільчих мережах взагалі мінімальний. Диспетчерські центри, що керують електромережами, функціонують на основі типового "ручного управління" з мінімальними системами автоматизації.

У зв'язку з цим, є необхідність у впровадженні великомасштабних технічних змін та політичних рішень, щоб підвищити рівень автоматизації та надати більш надійне та стабільне електропостачання для сучасного суспільства.

Інший значущий фактор, який докорінно перетворює електроенергетику, полягає у суттєвій зміні у способі генерації та споживання електроенергії. Протягом багатьох десятиліть електроенергія вироблялася на великих централізованих електростанціях (атомних, теплових, гідроелектростанціях), передавалася через високовольтні лінії передачі та розподілялася серед споживачів, і цей процес був суто "однонаправленим". Однак за останнє десятиліття ця ситуація різко змінилася.

Система генерації електроенергії тепер стала розподіленою, навіть децентралізованою. З'явилася велика кількість сонячних, вітрових, біогазових електростанцій, які можуть приєднуватися до електричної мережі в точках, які раніше навіть не уявлялися. Крім того, значна кількість споживачів електроенергії мають власні генеруючі установки. Керувати такою мережею вручну стає надзвичайно складним завданням, а подекуди навіть неможливим. Однак "Розумні мережі" вирішують цю проблему раз і назавжди. У Smart Grid практично не залишиться місця для ручного управління [4].

Технологія Smart Grid радикально переосмислює наше уявлення про енергетику. Замість традиційного однонаправленого потоку електроенергії від електростанцій до споживачів, ми говоримо про створення мережі, в якій електроенергія циркулює складно інтерактивно, від розподілених джерел до споживачів, а також інтенсивний обмін даними на всіх рівнях електромережі.

Основною метою впровадження "розумних мереж" є створення "енергоінформаційної мережі", яка містить наступні ключові компоненти:

- Сучасна автоматизація електроенергетичних систем, зокрема підстанцій 35 кВ і вище, трансформаторних підстанцій і розподільчих пунктів 6-20 кВ, а також ліній 10 кВ і вище, є невід'ємною складовою розвитку Smart Grids. Системи "розумних мереж" поєднують в собі передові технології, які поліпшують надійність, ефективність та безпеку електропостачання.

- Автоматизація підстанцій та розподільчих пунктів включає в себе використання датчиків, систем збору даних і системи керування для моніторингу та оптимізації електричних мереж. Це дозволяє операторам системи стежити за станом обладнання, виявляти відмови і вчасно реагувати на них, що сприяє підвищенню надійності постачання електроенергії.

- Ключовою складовою "розумних мереж" є впровадження системи дистанційного керування та автоматизації, яка дозволяє реалізувати концепцію "Smart Grids". Ця технологія дозволяє оптимізувати навантаження, мінімізувати втрати, підвищувати ефективність роботи мережі та реагувати на зміни у виробництві та споживанні електроенергії в реальному часі.

- Усі об'єкти в електромережі повинні бути однозначно визначені за їх географічними координатами. Це необхідно як для ефективної автоматизації функціонування електромереж, так і для гарантування належного функціонування електронних сервісів у контексті створення "цифрової країни". Важливість цієї складової важлива не лише для державних управлінських органів, але й для різних галузей промисловості. Частково Україна вже впоралася з цим завданням та реалізувала деякі заходи у цьому напрямі.

- Більшість встановлених лічильників електроенергії значно застарів, і більшість з них не мають можливості віддаленого вимірювання показників. Практично всі ці лічильники не можуть передавати дані в режимі онлайн, включаючи інформацію про навантаження та якість електроенергії. Широке впровадження системи "розумного обліку" не лише покращить контроль якості електроенергії, але й значно знизить втрати електроенергії, завдяки ускладненню можливостей для крадіжок електроенергії.

- Розробка та впровадження "розумних мереж" вимагають розвитку як "силової" інфраструктури, так і інформаційної складової для досягнення оптимального функціонування системи. "Силова" частина обладнання, така як підстанції, лінії передачі, лічильники, трансформатори та інше, є фундаментальною для подачі та розподілу електроенергії, але сама по собі вона не може забезпечити максимально ефективний та гнучкий контроль електромережі.

- Впровадження сучасних ІТ-систем дозволяє операторам мережі не лише моніторити стан обладнання та виробництва, але й реагувати на незвичайні ситуації в режимі реального часу, оптимізувати навантаження, підвищувати ефективність мережі, та забезпечувати якість електроенергії на необхідному рівні. Крім того, це відкриває двері для інтеграції великої кількості відновлюваних джерел енергії та ефективного керування ними, що сприяє створенню стійких та стало силових систем.

- Розглядаючи тему "розумних мереж", важливо відзначити, що їх повна залежність від інформаційних потоків створює значні виклики у сфері кібербезпеки. Забезпечення захисту мереж від несанкціонованого доступу стає однією з найважливіших проблем у цьому контексті.

Впровадження сучасних ІТ-рішень і високошвидкісних комунікаційних систем в "розумних мережах" робить їх уразливими перед потенційними загрозами. Зловмисники, які мають відповідні навички та ресурси, можуть намагатися здійснити кібератаки на системи енергопостачання. Ці атаки можуть бути виконані як індивідуальними хакерами, так і організованими кіберзлочинцями чи навіть державними акторами.

Висновки. Україна стоїть перед важливим завданням модернізації своєї електроенергетичної системи шляхом впровадження інтелектуальних мереж, або Smart Grid. Досягнення цієї мети має величезне значення для розвитку національної інфраструктури та покращення якості життя громадян. Наукова робота над цією темою показує, що інтелектуальні мережі можуть допомогти вирішити численні проблеми, з якими стикається електроенергетика України. Впровадження інтелектуальних мереж в Україні є важливим етапом на шляху до модернізації та покращення електроенергетики. Воно сприятиме створенню більш надійної, ефективної та стійкої системи постачання електроенергії, що відповідає сучасним вимогам та сприяє збереженню довкілля та боротьбі з кліматичними змінами.

Перелік посилань

1. Розумна енергосистема [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Розумна_енергосистема.

2. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Розвиток інтелектуальних електричних мереж України на основі положень концепції Smart Grid // Зб. «Праці Ін-ту електродинаміки НАН України. Спец. випуск». – 2013, ІЕД НАНУ. – С.44-50

3. Французька компанія допоможе побудувати сучасні електромережі у Запорізькій області Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3733514-francuzka-kompania-dopomoze-pobuduvati-sucasni-elektromerezi-u-zaporizkij-oblasti.html>

4. 10 кроків до Smart Grid в Україні. Електронний ресурс. Режим доступу до ресурсу: <http://reform.energy/analytics/10-shagov-k-smart-grid-v-ukraine-mnenie-ot-khmelnitskoblenergo-15217>.