

ENGINEERING AND IT

UDC 621.311.1

DOI 10.36074/2663-4139.16.08

РОЗПОДІЛЕНА ГЕНЕРАЦІЯ ТА SMART GRID

КАРТАЛАПОВ Костянтин Михайловичздобувач вищої освіти факультету електроенерготехніки та автоматики
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:****ЧИЖЕВСЬКИЙ Володимир Валерійович**кандидат технічних наук, доцент, заступник завідувача кафедри електричних мереж та систем
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

УКРАЇНА

Анотація.

У статті проаналізовано проблематику побудови електроенергетичних систем майбутнього на основі концепції Smart Grid та з урахуванням впровадження електроустановок розподілених енергетичних ресурсів. Розглянуто проблеми впровадження вказаних технологій в Об'єднану енергетичну систему України та запропоновано шляхи їх вирішення.

Ключові слова: енергетика; Smart Grid; енергосистема, інтелектуальні мережі, розумна мережа, розподілені енергетичні технології.

Вступ. Кількісне нарощування виробничих потужностей і передавальних мереж натрапляє на серйозний бар'єр – планета не витримує затратну екстенсивну енергетику, величезні вкладення призводять до все меншого і дорожчого результату, а несприятливі природні та техногенні наслідки, навпаки, зростають. Вихід парадоксально несподіваний підказує життя – споживачі самі продукують енергію на місці споживання, а «розумні» мережі самі розподіляють надлишки, регулюють баланс виробітку і споживання, виконуючи функції центру диспетчерського управління.

Поки що електростанції відновлювальних джерел енергії пристосовуються до вимог традиційно побудованих національних енергетичних систем (у тому числі Об'єднаної енергетичної системи України), намагаються вписатися в систему енергозабезпечення, яка досі будувалася на принципах масштабного централізованого виробництва електроенергії. Але загальносвітова тенденція виявляє парадоксальну ситуацію - дрібне виробництво на місцевому рівні (в



© Карталапов К.М., 2020

© Kartalapov K., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139>
<https://doi.org/10.36074/2663-4139.16.08>

безпосередній близькості до споживача) може забезпечувати економічно вигідніші і технологічно досконаліші, менш затратні умови функціонування енергосистеми, в порівнянні з традиційно укрупненим.

Мета. Дана робота присвячена проблематиці побудови електроенергетичних систем майбутнього, розглянуто сучасні стратегічні напрямки розвитку джерел генерації електроенергії та енергосистем у цілому. Окремим пунктом виділено енергосистеми концепції Smart Grid з часткою поновлюваних джерел енергії, а також специфіка реалізації на Україні.

Матеріали досліджень: Прогрес не стоїть на місці, і настане день, коли мережа перестане бути централізованою і повинна буде підтримувати передачу енергії різних джерел: від високоефективних газотурбінних і парогазових установок до сонячних електростанцій, і енергії, що виробляється вітрові електростанції. Тому її інфраструктура і керування повинні ставати все більш «розумними», щоб забезпечити розподіл енергії, отриманої з різних джерел. Мережі повинні вміти керувати передачею енергії та її споживанням, при чому, робити це в режимі реального часу, з максимальною ефективністю та на основі використання нових вимірювальних технологій [1].

«Інтелектуальні мережі», більш відомі під оригінальною назвою Smart Grid, вирішують всі ці проблеми. Вони оснащені промисловими контролерами і тому, крім свого основного призначення, можуть забезпечувати також передачу даних і доступ в Інтернет, використовувати джерела відновлюваної енергії і скорочувати споживання останньої. Споживачі в такій мережі можуть отримувати докладну інформацію про те, на які цілі і скільки електроенергії вони витрачають [2].

Створення концепції Smart Grid за кордоном переслідувало такі ключові завдання:

- підвищення надійності електропостачання та безвідмовності роботи системи (слід зауважити, що початок розвитку концепції Smart Grid в США поклав ряд великих системних аварій на території країни);

- підвищення енергетичної ефективності;
- збереження навколишнього середовища [3, 4].

Об'єднані в єдину платформу, ці технології дозволяють по-новому підходити до побудови електричних мереж, переходячи від жорсткої структури «генерація - мережі - споживач» до більш гнучкої, в якій кожен вузол мережі може бути активним елементом. При цьому інтелектуальна мережа в автоматичному режимі проводить переконфігурацію при зміні умов [5].



Іншим напрямком концепції Smart Grid є, знову ж таки, вдосконалення існуючих та створення нових, але вже систем не генерації, а передачі та розподілення електроенергії. Основною проблемою цих систем з точки зору екології (та й енергетики також) є втрати електроенергії. Чим вони більші, тим

більше природних ресурсів витрачається дарма, не приносячи користі людству та наносячи шкоду навколишньому середовищу. До того ж, величина втрат прямо пов'язана з тарифами на електроенергію. Уникнути втрат повністю неможливо, їх можна лише зменшити. Заходи по зменшенню втрат передбачають впровадження нових технічних рішень в систему передачі та розподілу електроенергії. Найбільш ефективні з них входять до концепції Smart Grid [6].

Технологія Smart Grid працює через систему спеціальних «розумних» лічильників, встановлених в точках споживання. Вони інформують про рівень споживання енергії, що дозволяє коригувати використання електрообладнання в часі і розподіляти електрику в залежності від потреб. Простий приклад: є сенс запускати пральну машину вночі, коли енергоспоживання в місті спадає і тарифи знижуються. Втім, переконати користувачів перейти до оптимального споживання енергії, що може увійти в конфлікт з їх комфортом, буде непросто. Значить, треба навчити пральну машину включатися вночі автоматично. Тому, на додаток до всього, створюються автоматичні системи контролю, які зможуть оптимізувати домашнє споживання [6].

Експерти, які досліджують ринок електроенергетики, прогнозують, що до 2030 року потреба в електроенергії подвоїться. Але уряди країн, що входять до Європейського Союзу, у 2017 року знизили споживання електроенергії на 9% за рахунок підвищення енергоефективності (цього можна буде досягти за допомогою повсюдного впровадження технології Smart Grid). Таким чином, використання «розумної» мережі дозволить скоротити витрати енергоресурсів.

В 2010 році за даними Zpryme Research & Consulting, серед країн, які вклали кошти в розвиток технології Smart Grid, лідирує Китай з розмірами інвестицій \$7,32 млрд. Трохи відстають США, які вклали в «розумні» мережі \$7,09 млрд. І з великим відривом за двома наддержавами слідує Японія з \$849 млн. і Південна Корея з \$824 млн. Замикає цю п'ятірку Іспанія з \$807 млн., вкладеними в майбутнє енергетики [7, 8, 9].

До 2020 року Німеччина планує отримувати з відновлювальних ресурсів, таких як вітер і сонце, до 35% всієї споживаної енергії. До 2050 року ця частка повинна скласти вже 80%.

В країнах ЄС розподілена генерація виробляє в середньому близько 10% від загального обсягу виробництва електроенергії, найвищий показник – у Данії 50%. У



США експлуатується понад 12 млн установок малої розподіленої генерації загальною встановленою потужністю понад 220 ГВт, а темпи приросту складають в середньому 5 ГВт на рік. У цілому ряді промислово розвинутих країн (ЄС, США, Австралія) останнім часом прийняті концептуальні документи щодо розвитку галузі з посиленням акцентом на малу розподілену енергетику. (Директива ЄС 2004/8/ЄС від 11.02.2004 "про розвиток когенерації на основі корисного тепла на внутрішньому енергетичному ринку", США (Каліфорнія) – План Розвитку Розподіленої генерації; Програма з реформування енергетики Австралії)

В енергетиці України розвиваються нові технології, впроваджуються інформаційні і діагностичні системи, сучасні засоби вимірювань і управління. В наш час перед споживачами стоїть вибір: орієнтуватися на централізовані джерела або використовувати автономну енергетику. В Україні впроваджується розподілена генерація на основі активного використання альтернативних джерел енергії.

Розподілені енергетичні ресурси – це електроустановки, приєднані до системи розподілу, що мають технічну можливість здійснювати виробництво та/або накопичення електричної енергії з метою її відпуску в мережу та/або надавати послуги з управління попитом [10].

Розподілені джерела енергії поділяються за рівнем впливу неконтрольованих факторів навколишнього природного середовища та первинними енергоносіями на:

– відновлювані джерела з слабо-керованим генеруванням – використовують відновлювані ресурси, але генерування значно відрізняється залежно від часу доби та погодних умов (вітрові електростанції (ВЕС), сонячні електростанції (СЕС);

– відновлювані джерела з керованим генеруванням – використовують відновлювані ресурси, мають стабільне генерування протягом встановленого проміжку часу (малі гідроелектростанції (МГЕС), геотермальні, біогазові установки тощо);

– не відновлювані джерела з керованим генеруванням – використовують здебільшого традиційні джерела енергії, але мають абсолютно керований процес генерування (когенераційні установки (КГУ), парогазові та газотурбінні установки (ПГУ, ГТУ) та ін.).

НЕК «Укренерго», як оператор системи передачі сьогодні зіткнувся з двома проблемами:

1. Застаріле обладнання електромереж всіх рівнів не дозволяє отримувати персоналу компанії інформацію в реальному часі, необхідну для проведення оперативних розрахунків.



2. В Україні розвивається альтернативна енергетика, в тому числі вітрові та сонячні електростанції. Генерація з таких джерел носить стохастичний характер та потребує відповідного прогнозування та забезпечення балансування в енергосистемі.

На першому етапі, НЕК «Укренерго», як «флагман» електроенергетики, планує вирішити вказані вище проблеми за допомогою впровадження елементів Smart Grid [11].

План розвитку системи передачі на 2020 – 2029 роки:

1. процес входження Укренерго до ENTSO-E та подальше синхронне об'єднання ОЕС України з електромережами Європейського Співтовариства;

2. виконання ряду пілотних проєктів з тестування технологій забезпечення гнучкості енергобалансу (flexibility) та створення додаткових можливостей на шляху переходу галузі на відновлювані джерела енергії;

3. «Tractebel Engineering S.A.» (Бельгія) та УК «Метрополія» (Україна) співпрацюють для реалізації проєкту «Технології моніторингу та управління в розумних мережах» [12].

На даний час іде процес узгодження з Міжнародним банком присудження контракту учаснику Консорціум Siemens AG (Австрія) та ДП «Сименс Україна» щодо впровадження пропозицій «Модернізація SCADA» та «Система моніторингу перехідних режимів (WAMS)» [13]. Окремо можна виділити технологію Demand Response, що передбачає можливість залучати до роботи регулювання роботи енергосистеми кінцевих споживачів [14].

Висновок. Для того, щоб ринок міг скористатися можливостями, які створюються розподілені енергетичні технології (далі – РЕТ), його гравці повинні сформувати відповідну цифрову інфраструктуру. Драйвером і прискорювачем розвитку такої інфраструктури може бути держава. А саме:

1. Стимулювання масового впровадження цифрових технологій у енергетиці (диджиталізації). Інтенсивний обмін оцифрованими даними щодо стану енергетичних ринків, ціни на електроенергію, технічних параметрів мережі є важливою передумовою для поширення РЕТ-проєктів, зокрема у сферах керування попитом та накопичення.

2. Стимулювання Smart Grid проєктів. Smart Grid – група технологій, що розкривають значні можливості для впровадження РЕТ. Упровадження розумних мереж дозволить на порядки збільшити використання РЕТ в Україні.

3. Розробка технічних стандартів та інтерфейсів. Участь проєктів із використанням РЕТ в енергетичних ринках вимагає розробки різного роду технічних стандартів, інтерфейсів та протоколів, що дозволятимуть різним учасникам різних сегментів ринку проводити між собою транзакції. Стимулювання підвищення

технологічного рівня розвитку ринку зазвичай здійснюється державою і повинно відбуватися синхронно з відповідними змінами у законодавчому та регуляторному полях [16].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Lars T. Berger, Krzysztof Iniewski. Smart Grid Applications, Communications, and Security <https://cutt.ly/st5ZADq>
- [2] Вікіпедія. Розумна енергосистема <https://cutt.ly/Bt5ZOQx>
- [3] Yih-Fang Huang ; Stefan Werner ; Jing Huang ; Neelabh Kashyap ; Vijay Gupta. State Estimation in Electric Power Grids: Meeting New Challenges Presented by the Requirements of the Future Grid <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6279588>
- [4] Наказ Міністерство палива та енергетики України від 01.12.2003 № 714 «Про затвердження Правил застосування системної противарійної автоматики запобігання та ліквідації небезпечного зниження або підвищення частоти в енергосистемах» <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1177-03>
- [5] Katie Fehrenbacher. Why the Smart Grid Won't Have the Innovations of the Internet Any Time Soon <https://gigaom.com/2009/06/05/why-the-smart-grid-wont-have-the-innovations-of-the-internet-any-time-soon/>
- [6] Distributed Power Flow Control Using Smart Wires for Energy Routing <http://arpa-e.energy.gov/?q=slick-sheet-project/distributed-power-flow-control>
- [7] Future of Electricity Report Calls for Huge Investments. <https://cutt.ly/Zt5ZFDT>
- [8] How the Smart Grid promotes a greener future. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/Environmentalgroups.pdf>
- [9] Patrick Mazza. The Smart Energy Network: Electricity's Third Great Revolution By <http://climatesolutions.org/sites/default/files/uploads/smart-energy-network.pdf>
- [10] Біла книга. Розподілені енергетичні ресурси та технології. Автори дослідження: Андрій Зінченко, Іван Бондарчук, Віктор Хоменко. <https://cutt.ly/Yt5Z0ID>
- [11] Системи Smart Grid: проблеми та актуальність для України. <https://cutt.ly/Qt5ZJXZ>
- [12] Інтернет вещей: идеи для стартапов <https://www.slideshare.net/intelsoftwareru/iot-meetup-sk>
- [13] ТРЕТЯК Я. Галузі майбутнього: «розумні» міста та будинки. <https://mind.ua/publications/20188390-galuzi-majbutnogo-rozumni-mista-ta-budinki>
- [14] Demand response. https://en.wikipedia.org/wiki/Demand_response

DISTRIBUTED GENERATION AND SMART GRID

KARTALAPOV Kostiantyn, student of the Faculty of Electrical Engineering and Automation
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

SCIENTIFIC ADVISER:

CHYZHEVSKYI Volodymyr, Ph.D. (Technical sciences), Associate Professor, Deputy Head of the Department of Electrical Networks and Systems
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

UKRAINE

Abstract. The articles analyze the problems of building electric power systems of the future on the basis of Smart Grid concepts and taking into account the introduction of electrical installations of distributed energy resources. The problems of introduction of certain technologies into the Unified Energy System of Ukraine are considered and the ways of their solution are offered.

Keywords: energy; Smart grid; power systems, intelligent networks, distributed energy technologies.



© Карталапов К.М., 2020

© Kartalapov K., 2020

<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139>

<https://doi.org/10.36074/2663-4139.16.08>