

ПІДХОДИ ДО РОЗГОРТАННЯ РОЗУМНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ¹

Вакулєнко І.А., асистент кафедри управління
Сумський державний університет, м. Суми
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна
vakulenko@ssu.edu.ua

Колосок С.І., к.е.н., доц., доцент кафедри управління
Сумський державний університет, м. Суми
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна
kolosok@ms.sumdu.edu.ua

Прийменко С.А., к.е.н., асистент кафедри громадського здоров'я
Сумський державний університет, м. Суми
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна

Матвієєва Ю.Т., к. е. н., старший викладач кафедри управління
Сумський державний університет, м. Суми
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна
y.matvieieva@management.sumdu.edu.ua

У статті розглянуто два принципово відмінні підходи до розгортання розумних екологічно безпечних енергетичних мереж. Визначено ключові аспекти формування ринкового та адміністративного механізму стимулювання розвитку альтернативної енергетики та трансформації традиційної енергетичної моделі із системним застосуванням принципу розподіленої енергогенерації. Для досягнення цілей дослідження використано досвід Європейського Союзу із створення адаптивної енергетичної системи, що поєднує традиційні енерготехнології та інноваційні розробки, спрямовані на підвищення ефективності функціонування енергосистеми та інтеграцію розрізаних енергосистем окремих країн, що належать до Європейського Союзу, у єдину пан-європейську енергомережу, в основу якої покладено широке використання «розумних» енергетичних технологій, що дозволить не лише сформувати ефективну модель енергогенерації, енергорозподілу та енергоспоживання, а також сприятиме розвитку концепції «розумного» міста, забезпечивши дотримання необхідних умов для використання енергосистеми як базового елемента інноваційного розвитку суспільства та акселерації технологічного прогресу.

У статті визначено два принципові підходи до масштабної розбудови енергетичної системи із застосуванням розумних енергетичних мереж: ітераційний та проектний.

Ітераційний підхід полягає у розвитку енергетичної системи в цілому з поступовим впровадженням енергетичних інновацій, що створює відповідні ітерації. Відповідно для даного підходу характерна наявність окремих логічно впорядкованих етапів, де виконання наступного етапу можливе лише після завершення попереднього.

Проектний підхід полягає у реалізації локальних високотехнологічних проектів із застосуванням розумних енергомереж на обмеженій території з подальшим об'єднання розрізаних проектів у єдину енергетичну систему.

Ключові слова: «розумні» енергомережі, енергетика, енергетична стратегія, розподілена енергогенерація.

DOI: 10.21272/ 1817-9215.2019.4-7

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Використання світового досвіду розбудови розумних енергетичних мереж важливо для України з огляду на необхідність модернізації енергетичної систем, що має низьку ефективність на ґрунтіється на використанні моделі, яка несумісна з сучасними тенденціями розвитку енергетичного сектору та потребує кардинального переосмислення. Відсутність ефективних енергетичних реформ у країні є стримувальним фактором для зростання економіки та підвищення рівня її конкурентоспроможності, порівняно не лише з розвиненими країнами світу, а також країнами, що розвиваються. Однак технологічні відмінності та різні підходи до формування енергетичного ринку не дозволяють використати напрацювання Європейського Союзу, Сполучених Штатів Америки, провідних країн Азії у сфері

¹ Виконано в рамках науково-дослідної теми № 0119U100766 «Оптимізаційна модель розбудови розумних та безпечних енергетичних мереж: інноваційні технології екологізації підприємств та регіонів»

трансформації енергетичної системи та застосування інноваційних енергетичних технологій без адаптації до вітчизняних умов. Однак із стратегічної точки зору необхідно визначити траєкторію розвитку енергетичного сектора, яка забезпечить технологічну та економічну можливість об'єднання вітчизняної енергетичної системи з європейською, ґрунтуючись на принципі інноваційності, що є превалюючим у розвинених країнах світу.

Розумні енергетичні мережі є ключовим та надважливим елементом формування енергосистеми з широким використанням альтернативної енергетики та різноспрямованістю енергетичних потоків, що дозволяє здійснювати балансування потужності, уникаючи надлишку та дефіциту енергетичних ресурсів в окремих локаціях. З огляду на це, визначення напрямку розвитку цієї складової енергетичної системи є пріоритетним системоутворюючим питанням. Тому доцільно вивчити передовий світовий досвід розбудови розумних енергетичних мереж та ідентифікувати стратегії, на яких ґрунтується їх масштабування в межах енергосистеми окремої країни або цілого регіону.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питаннями реформування енергетичного сектору України займалися О.М. Суходоля [1,2], А.О. Дегтяр, М.В. Гончаренко [3], В.А. Євдокімов [4]. Проблематика кооперації України та Європейського Союзу у енергетичній галузі, зокрема, у електроенергетиці досліджувалася у роботі В.Г. Лежеп'юкової [5].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є визначення підходів до розгортання розумних енергетичних мереж на основі передового світового досвіду, зокрема, країн Європейського Союзу.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розгортання розумних енергомереж у Європейському Союзі здійснюється у рамках реалізації концепції Smart Grid. Процесу реалізації даної концепції суттєво сприяє законодавче закріплення ініціатив, що формують необхідне підґрунтя для поступового і масштабного трансформаційного переходу від існуючої моделі енергетичної системи до енергетичної системи майбутнього, ефективність функціонування якої визначається відмінним від застосовуваного сьогодні набором індикаторів.

У загальному вигляді концепцію Smart Grid можна представити схематично (рис. 1).

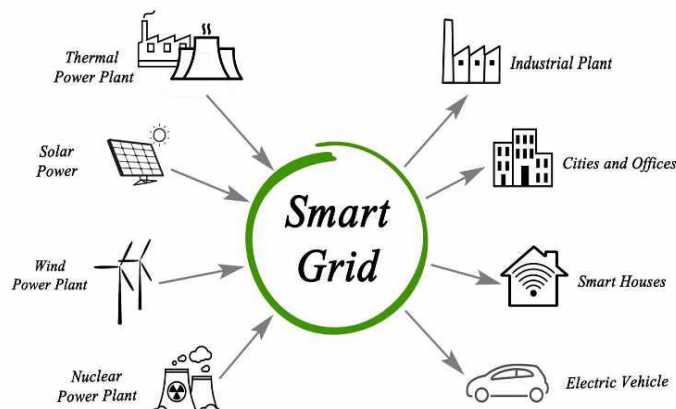


Рисунок 1 – Схематичне зображення концепції «розумної» енергомережі [7]

Важливість Smart Grid концепції полягає також у тому, що її реалізація дозволяє не лише підвищити ефективність функціонування енергетичної мережі, максимізувати енергогенерацію з альтернативних джерел, створити ринкові механізми мотивування одночасного споживання та виробництва енергії суб'єктами, які раніше виступали виключно у ролі споживача енергетичних ресурсів, а також у інтеграційних можливостях, які відкриває дана концепція, забезпечуючи енергетичну основу для інноваційного розвитку суміжних галузей та суспільства в цілому. Енергетична система, побудована за принципами Smart Grid, відкриває додаткові можливості для реалізації концепції розумного міста.

Наявність та значення енергетичної складової у концепції розумного міста можна відстежити на прикладі рис. 2, де схематично та популярно (мається на увазі, що подібні графічні матеріали використовуються для популяризації концепції розумного міста та поширення відповідної інформації серед широкої аудиторії) зображено складові елементи концепції та взаємозв'язок між ними.

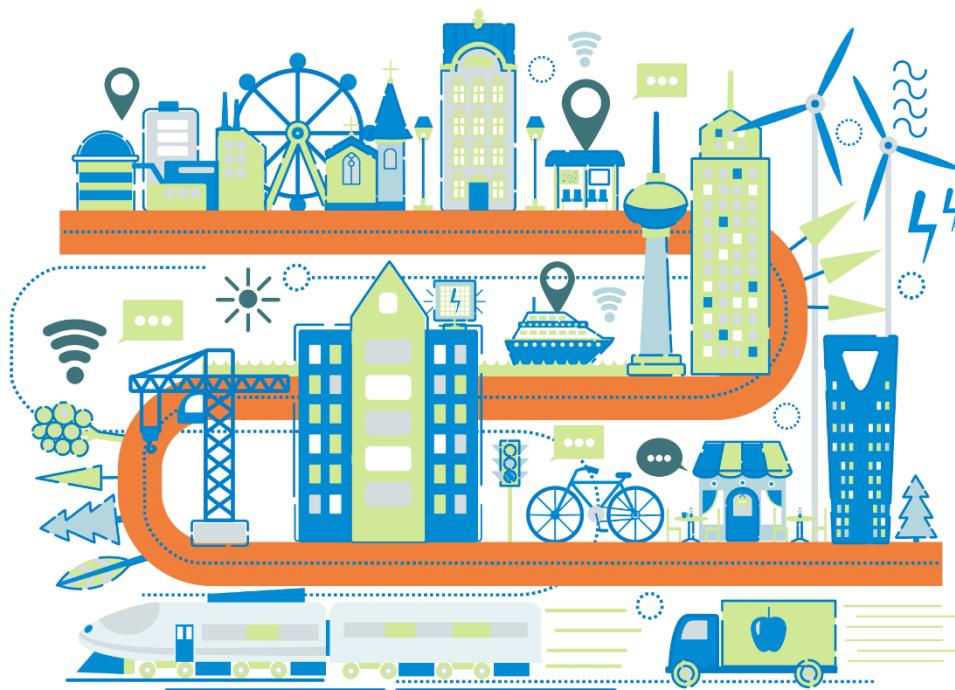


Рисунок 2 – Спрощена графічна схема концепції «розумного» міста

З рис. 2 помітно, що одним з найважливіших принципів, що мають бути реалізовані у рамках енергетичної системи для розвитку розумних міст є принцип розподіленої енергогенерації, реалізація якого можлива у рамках розбудови та масштабного застосування розумних енергомереж.

Концепції Smart Grid включають низку сучасних напрямів і технологій, зокрема:

- системи управління режимами електросистем та енергоспоживанням, у тому числі «інтелектуальні» системи управління при централізованій та розподіленій генерації електроенергії, включаючи альтернативні джерела енергії;
- системи автоматизації розподілу електроенергії залежно від класу напруги (Distribution automation);
- «розумний» облік (Smart metering);

- системи абонентського обліку та білінгу в галузі енергопостачання та комунального обслуговування (Customer Information System);
- системи зарядки електромобілів тощо [6].

На міжнародному рівні документально закріплено ключові цінності нової електроенергетики: доступність, надійність та якість енергозабезпечення; економічність, ефективність використання всіх видів ресурсів і технологій, зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Перелічені цінності рівноправні. Це важливо зазначити у контексті питання вибору пріоритетних Smart Grid проектів

Окрім того у рамках концепцій Smart Grid розвиваються такі функціональні властивості електроенергетики, як-то: самовідновлення, мотивація активної поведінки кінцевого споживача, забезпечення надійності енергопостачання та якості електроенергії в різних цінових сегментах, трансформація системно-орієнтованого підходу (System based approach) у клієнто-орієнтований (Customer based), різноманіття типів електростанцій і пристроїв акумулювання електроенергії (розподілена генерація), розширення ринків потужності та енергії

Повертаючись до питання підходів до розбудови розумних енергетичних мереж та світового досвіду і даному питанні, варто зазначити, що європейський досвід свідчить про реалізацію одного з підходів, ідентифікованих нами.

Перший підхід полягає у поетапному впровадженні інновацій, потрібних для розбудови енергетичних мереж. Тобто спочатку формується базовий, або інфраструктурний рівень, - основа для подальшого розвитку розумних енергомереж, а потім після завершення першого етапу застосовуються більш технологічно складні рішення. Таким чином процес розбудови розумних енергетичних мереж має ітераційний характер. Саме про застосування такого підходу свідчить досвід Європейського Союзу.

Водночас існує інший підхід, який ґрунтується на створенні високо технологічних локальних проектів, де застосовується широкий спектр енергетичних інновацій на обмеженій території, як правило, об'єднуючи кілька об'єктів енергогенерації та порівняно невелику (у масштабах окремої країни) групу споживачів. Застосування такого варіанту розвитку розумних енергетичних мереж як ключової складової побудови розумної енергетичної системи майбутнього можна прослідкувати на прикладі досвіду окремих регіонів Європейського Союзу, зокрема Італії, та Сполучених Штатів Америки.

Кожен із зазначених підходів до розгортання розумних енергетичних мереж має переваги та недоліки, проте на практиці може бути реалізовано лише один з них. Поєднання обох підходів є сумнівним з точки зору економічної ефективності та перспектив подальшого розвитку (ускладнення) енергетичної системи, особливо з позицій інтеграційних можливостей.

Перший із названих підходів передбачає, як зазначалося вище, наявність окремих етапів здійснення реформ наявної енергетичної системи та виникнення відповідно ітерацій у даному процесі.

Для глибшого розуміння даного підходу доцільно визначити суть окремих етапів, які можна виокремити використовуючи досвід розбудови розумних енергетичних мереж у Європейському Союзі.

Першим етапом реформування або як, певно, доцільніше говорити трансформації енергетичної системи Європи є пристосування розподіленої генерації до діючих енергосистем. Досягнення мети даного етапу потребувало зусиль, спрямованих на створення технічної можливості приєднання розподілених джерел енергогенерації до традиційної енергетичної системи, яка спиралася традиційно на дещо іншу модель: наявність потужних центрів генерації енергії (ТЕС, ТЕЦ, АЕС, крупні ГЕС, вітрові та фотоелектричні станції), від яких енергія спрямовувалася до споживача, який, у свою чергу, мав одну функцію - споживання необхідної кількості енергії. Проте при зростанні технічного навантаження на систему, спричиненого зростанням обсягів споживання енергії та підвищенням пікового навантаження така система виявилася

економічно неефективною. Перехід до іншої моделі (з розподіленою енергогенерацією) потребує можливості залучення споживачів до виробництва енергії та її транспортування мережею з метою отримання прибутку від продажу надлишкової (виробленої) енергії.

Першочерговим технічним рішенням для створення таких можливостей є забезпечення точного вимірювання споживання та генерації енергії у споживача. Відповідно на першому етапі трансформування енергетичної системи у Європейському Союзі було забезпечено пріоритетність проектів з встановлення засобів обліку енергії, що було законодавчо закріплено прийняттям відповідної директиви ЄС та Рекомендацій Комісії ЄС «Про підготовку до розгортання інтелектуальних систем обліку».

Подібні проекти було реалізовано також за межами Європейського Союзу, де вони також були фундаментально необхідні для забезпечення подальших етапів модернізації енергетичних систем.

Створення децентралізованої енергетичної мережі є логічним продовженням першого етапу модернізації енергетичної системи. На даному етапі, коли уже створені можливості обліку споживання (а також генерації) електричної енергії у споживача (потенційного об'єкту енергогенерації і учасника енергетичного ринку) та забезпечені можливості гнучкого підходу до тарифоутворення як щодо купівлі (споживання) електроенергії, так і щодо її продажу (виробництва та передачі в мережу), постає питання пошуку оптимальних техніко-технологічних рішень щодо продукування електроенергії споживачем для власних потреб з можливістю її реалізації в мережу за умови перевищення обсягів виробництва енергії над потребою її споживання. На цьому етапі також реалізуються проекти з автоматизації регулювання попиту з метою зниження пікових навантажень в мережі.

Третій етап модернізації енергетичної системи полягає у створенні дисперсної енергосистеми, де значна частина енергії виробляється системами розподіленої генерації. Тобто сутність даного етапу – масштабна реалізація успішного досвіду розподіленої енергогенерації із застосуванням відновлюваних джерел енергії з подальшою інтеграцією цієї моделі енергетичної системи до концепції розумних міст, відповідно до темпів науково-технічного прогресу у відповідь на зростання вимог до енергетичної системи як одного з ключових елементів забезпечення функціонування суспільства, його виробничої та невиробничої сфери.

Інший підхід, який полягає у реалізації на локальній території високотехнологічного проекту має менше поширення. На це є низка причин. Зокрема технології, які будуть становити основу для майбутніх енергетичних мереж наразі не визначені. Це означає, що можливості інтеграції реалізованого сьогодні комплексного проекту з розбудови розумних енергетичних мереж з майбутніми подібними проектами може бути суттєво обмежений через технологічну несумісність.

Водночас суттєвою перевагою такого підходу є отримання практичного досвіду щодо ефективності та можливостей енергетичної системи, що використовує розумні енергомережі.

ВИСНОВКИ

На основі передового світового досвіду розбудови розумних енергетичних систем з метою трансформування існуючої моделі енергосистеми можна визначити два принципові підходи доданого процесу: ітераційний та проектний. Перший підхід полягає у еволюційному розвитку енергетичної системи в цілому з поступовим впровадженням енергетичних інновацій, що створює відповідні ітерації.

Проектний підхід полягає у реалізації локальних високотехнологічних проектів із застосуванням розумних енергомереж на обмеженій території з подальшим об'єднання розрізнених проектів у єдину енергетичну систему.

SUMMARY

The article discusses two fundamentally different approaches to deploying smart, environmentally friendly energy networks. The key aspects of the formation of a market and administrative mechanism for stimulating the development of alternative energy and transformation of the traditional energy model with the systematic application of the principle of distributed energy generation are identified. The European Union's experience in developing an adaptive energy system combining traditional energy technologies and innovative developments aimed at improving the efficiency of energy system operation and integrating disparate energy systems of individual countries belonging to the European Union into a single pan-european energy system was used to achieve the objectives of the study, which entails widespread use of "smart" energy technologies that will allow not only to form an effective model of energy generation, and power consumption, and promote the development of the concept of "smart" cities, ensuring compliance with the necessary conditions for the use of power as a basic element of innovative development of society and the acceleration of technological progress.

The article identifies two fundamental approaches to large-scale development of the energy system using smart energy networks: iterative approach and project approach.

The iterative approach is to develop the energy system as a whole, with the gradual introduction of energy innovations, which creates corresponding iterations. Accordingly, this approach is characterized by the presence of separate logically ordered stages, where the next stage is possible only after the previous one is completed.

The project approach is to implement local high-tech projects with the use of smart grids in a limited area and then integrate disparate projects into a single energy system.

Keywords: "smart" grids, energy, energy strategy, distributed power generation.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Суходоля О.М. Геополітичні та економічні пріоритети енергетичної безпеки України. URL: http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Stpa_2017_1_9.pdf
2. Суходоля О.М., Сменковський А.Ю. Енергетичний сектор України: перспектива реформування реформування чи стагнації? URL: http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/spa_2013_2_12.pdf
3. Дегтяр А. О., Гончаренко М. В., напрямки державної політики у сфері реформування електроенергетичної галузі в Україні. URL: http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/VNUCZUDU_2016_1_20.pdf
4. Дегтяр А.О., Євдокімов В.А. Обґрунтування підходів до розробки стратегії забезпечення розвитку електроенергетичної галузі України. URL: http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/VNUCZUDU_2016_1_21.pdf
5. Лежєпко́ва В. Г. Електроенергетика України у вимірі стратегічного партнерства з ЄС. URL: http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ecfipr_2017_6_9.pdf
6. Оцінка стану та реалізації концепцій розвитку «інтелектуальних» електромереж у світовій: URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Grid.pdf>
7. Getting ready to operate the smarter grid. URL: <https://www.smart-energy.com/features-analysis/getting-ready-to-operate-the-smarter-grid/>
8. Strategic Energy Technology Plan [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan>