

УДК 620.91:620.98:330.4

DOI: 10.31891/2307-5740-2019-276-6-264-267

ВАКУЛЕНКО І. А.
Сумський державний університет

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗГОРТАННЯ РОЗУМНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МОДЕЛІ ЗРІЛОСТІ СМАРТ-МЕРЕЖІ (IBM SMART GRID MATURITY MODEL, SGMM)

У статті розглянуто питання доцільності використання моделі зрілості смарт-мережі (IBM Smart Grid Maturity Model) для оцінювання проєктів розгортання розумних енергетичних мереж на передінвестиційному етапі. Обґрунтовано необхідність оцінювання проєктів з метою вибору оптимального варіанту з техніко-технологічної та економічної позицій для забезпечення максимального використання можливостей розумних енергетичних мереж та формування сприятливих умов для подальших трансформаційних процесів у енергетичному секторі.

У статті надано характеристику моделі зрілості смарт-мережі, визначено стратегічні та тактичні напрямки її використання. Визначено переваги та недоліки застосування даної методики у контексті оцінки майбутніх енергетичних проєктів. У результаті отримано висновок щодо доцільності використання даної методології для проєктів, що були розроблені згідно з даним підходом, адже це дозволяє отримати якісний та кількісний порівняльний аналіз проєктів. У інших випадках використання моделі зрілості смарт-мережі для порівняльної оцінки проєктів має обмеження.

Ключові слова: енергетика, розумні енергомережі, модель зрілості смарт-мережі, енергетичні проєкти, інвестування.

VAKULENKO I.
Sumy State University, Sumy, Ukraine

ASSESSMENT OF SMART GRID DEVELOPMENT USING SMART GRID MATURITY MODEL (IBM SMART GRID MATURITY MODEL, SGMM)

The aim of the article is to determine the feasibility of using the Smart Grid Maturity Model (IBM Smart Grid Maturity Model) for evaluating smart grid deployment projects in the pre-investment phase. The necessity of evaluation of projects in order to choose the optimal option from the technical, technological and economic point of view to ensure maximum utilization of the opportunities of smart energy networks and formation of favorable conditions for further transformation processes in the energy sector is substantiated. The article describes the maturity model of a smart network, identifies the strategic and tactical directions of its use. The advantages and disadvantages of applying this methodology in the context of the evaluation of future energy projects are identified. As a result, a conclusion was drawn as to the appropriateness of using this methodology for projects that were developed according to this approach, since this allows for qualitative and quantitative comparative analysis of projects. In other cases, the use of a smart grid maturity model to compare projects has limitations.

Keywords: energy, smart grids, smart grid maturity model, energy projects, investment.

Постановка проблеми. Створення розумної енергомережі є невідворотним еволюційним процесом у світовій енергетиці. Розгортання розумних енергетичних мереж як один з ключових напрямків розвитку світової енергетики і як невід'ємна складова інтеграції технологій різних напрямків для створення розумного комфортного та екологічно безпечного середовища потребує застосування техніко-технологічних рішень, які мають бути оптимальними для конкретного випадку, враховувати особливості енергомережі, дозволяючи максимально повно використовувати її можливості.

Наявні технології передбачають суттєву варіативність у процесі розгортання розумних енергетичних мереж, що пояснюється значною диференційованістю вихідних умов впровадження окремих проєктів будівництва чи розширення smart grid-технологій. Відповідно існує необхідність визначення ефективності альтернативних проєктів розбудови розумних енергомереж з метою відбору найбільш оптимального із доступних.

На сьогодні наявна низка методичних підходів, які можуть використовуватися для вирішення даного завдання. Однак не існує загально визнаного універсального методу оцінювання, що може бути застосований у кожному конкретному випадку. Адже процес переходу на використання моделі розумної енергомережі взамін традиційної є, у багатьох випадках, унікальним, що потребує не лише запозичення досвіду успішної реалізації подібних проєктів, а потребує власних унікальних рішень. Це ускладнює також процес оцінювання ефективності проєкту з використанням стандартизованої методики. Окрім того, цільове призначення методики оцінювання також відрізняється. У загальному випадку, можна виділити два види методик:

1. Спрямовані на оцінювання проєкту, що планується до реалізації;
2. Спрямовані на оцінювання вже реалізованого проєкту.

Відповідно постає питання про придатність та доцільність (ефективність) застосування різних видів методик для розв'язання різного виду завдань.

Аналіз останніх досліджень. Питання оцінювання ефективності розумних енергетичних мереж досліджувалися у роботах Yu Xiaobao, Tan Zhongfu, Chen Kangting, Ju Liwei та He Puyu [1], Jinchao Li, Tianzhi Li та Liu Han [2], зокрема, у частині методологічного забезпечення процесу оцінювання.

Використання великих масивів даних для аналізу розумних енергомереж вивчалось у роботі за авторством Mohammad Hasan Ansari, Vahid Tabatab Vakili і Behnam Bahrak [3]. У працях вітчизняних вчених дане питання розглядається переважно з технічної точки зору, зокрема, оцінювання та моделювання розумних енергомереж є предметом дослідження С.Ю. Коротунова, Г.В. Табунщика та К. Вольфа [4].

Метою статті є визначення доцільності використання моделі зрілості смарт-мережі (IBM Smart Grid Maturity Model, SGMM) для оцінювання проєктів розбудови розумних енергомереж на етапі передінвестиційного аналізу.

Основний матеріал. Оцінювання проєктів розбудови розумних енергомереж є важливим, окрім іншого, з позицій впливу даних проєктів на розвиток не лише енергетичного сектору, а також суміжних галузей, адже нова модель функціонування енергетичної мережі провокує зміни, як у енерговиробників та компаній, що займаються розподілом та транспортуванням енергії, з одного боку, так і у споживачів енергетичних ресурсів, з іншого. У той же час забезпечення можливості прогресу у напрямку розбудови розумних енергетичних мереж значною мірою залежить від розвитку суміжних галузей. У цьому контексті варто виділити кілька напрямків, які потребують уваги як такі, від яких залежать не лише темпи впровадження smart grid-технологій, а подальший шлях їхнього розвитку. На сьогодні основна робота з впровадження розумних енергетичних технологій в Україні ведеться у напрямку забезпечення базису, підґрунтя, для подальшої реалізації інноваційних рішень. Подібне можна сказати про Європейський Союз. Проте, на відміну від України, це пов'язано не стільки з фінансовими чи організаційними обмеженнями, скільки з невизначеністю технологічних перспектив подальшого напрямку галузі. Тому модель розгортання розумної енергомережі в ЄС характеризується поміркованими темпами та стратегією вичікування. Тобто забезпечується формування основи майбутньої розумної енергомережі. Відповідно час, який йде на формування даного базису, активно використовується для розробки ефективних технологій зберігання та перерозподілу енергії, що дозволять економічно ефективно реалізувати принцип розподіленої енергогенерації, без якого сучасне бачення концепції розумної енергомережі є неможливим. Проте з упевненістю сказати, якими будуть технологічні рішення, які задовольнятимуть обидва критерії: технологічної та економічної ефективності, – наразі не можна. Доки не буде вирішено питання балансування навантаження (а відповідно потужностей) у енергомережі, яка використовує відновлювані джерела для генерації енергії, не можна говорити про ефективну та масштабну розумну енергетичну систему. Це зумовлено тим, що альтернативна (відновлювана) енергетика не здатна вирішувати ключове завдання для сучасної енергосистеми, а саме забезпечити споживача необхідною кількістю електроенергії у потрібному місці та у потрібний час. Саме це пояснює значну роль традиційних потужних виробників енергії у енергосистемі та стримує темпи впровадження енергетичних інновацій на основі smart grid концепції.

У даній ситуації раціональним виглядає рішення зацікавлених сторін впроваджувати поступове оновлення енергомережі з невеликим переліком техніко-технологічних рішень. Саме така стратегія була обрана Європейським Союзом для реалізації середніх та великих проєктів і галузі розумної енергетики та для формування основи подальших масштабних трансформаційних процесів у європейській енергетичній мережі. Переконавшись, що саме такий стратегічний напрямок обрано ЄС можна за допомогою аналізу нормативної бази, яка сформувала базис енергетичних реформ ЄС, зокрема Директиви щодо сприяння використанню енергії з відновлюваних джерел та суміжних проєктів [5, 6], Директиви про енергоефективність [7], Рекомендацій Комісії ЄС про підготовку до впровадження інтелектуальних систем обліку [8], стратегічного плану з енергетичних технологій [9] та низки інших нормативно-правових актів.

Відповідно до вище сказаного варіативність інтелектуальних систем в енергетичному секторі ЄС дещо знижується відповідно до стратегії розбудови розумних енергомереж. Проте постає питання про наявність універсальної методики, за допомогою якої можна ефективно оцінити альтернативні проєкти до їхнього впровадження для вибору найкращого. Відповідь на питання, чи може такою методикою бути модель зрілості смарт-мережі (IBM Smart Grid Maturity Model, SGMM), має бути отримано шляхом аналізу її переваг та недоліків у даному контексті.

Модель зрілості смарт-мережі, запропонована компанією IBM, Американським центром продуктивності та якості (APQC) та Глобальною федерацією розумних мереж, використовується для мотивації та підтримки енергетичних компаній, які займаються розробкою відповідного виду енергетичних мереж та здійснюють інвестування у розгортання розумних енергомереж, їхнє масштабування з локального на глобальний рівень.

Моделі зрілості походять з сектору інформаційних технологій, де використовуються для визначення та вимірювання можливостей розробки програмного забезпечення протягом десятиліть. Такі моделі сприяють формуванню спільного бачення можливостей розвитку представниками галузі [10].

Модель зрілості Smart Grid визначається так: підвищення надійності та ефективності системи, використання більших обсягів нової енергії та більш активна взаємодія між користувачами та мережею. Відповідно до розуміння побудови смарт-мережі, модель зрілості Smart Grid передбачає п'ятиетапну градацію, інакше кажучи, п'ять рівнів зрілості смарт-мережі.

Інтерпретувати рівні зрілості смарт-мережі, згідно моделі IBM, можна наступним чином:

1. Дослідження та ініціація – вивчення можливостей переходу до від існуючої енергетичної мережі (моделі) до розумної. На даному етапі характерним є виникнення бачення майбутніх трансформацій, які, проте, не сформовані у конкретну стратегію чи програму дій.

2. Функціональне інвестування – інвестування у один або декілька компонентів розумної мережі, що забезпечує часткову реалізацію функцій Smart-Grid.

3. Крос-функціональна інтеграція – реалізація обмеженої кількості функцій розумної енергомережі призводить до запуску процесу взаємодії та інтеграції її функціональних сфер.

4. Широка оптимізація підприємства – досягнення можливості інтегрувати інформацію та забезпечити такий рівень контролю діяльності підприємства шляхом трансформації інфраструктури та процесів, що може сформувати нові економічні чи торговельні переваги.

5. Інновації наступної хвилі – мережа здатна у повній мірі використовувати нові операційні, екологічні, суспільні та бізнес-можливості, коли вони з'являються, та активно розвиватися [11].

Тісна співпраця IBM, Коаліції інтелектуальних комунальних мереж (IUNC) та APQC дозволили сформувати методику SGMM як таку, що формує спільне бачення на основі консенсусу представників галузі, а відтак визначає технічні, організаційні та процесні орієнтири для розвитку розумних енергетичних мереж.

IBM працював над ініціативами інтелектуальної мережі з численними утилітами по всьому світу та надав рекомендації та деяку початкову структуру, щоб допомогти розпочати процес розробки. Але найбільш важливими учасниками SGMM були підприємства, які надають комунальні послуги, оскільки вони надали значний обсяг технічної інформації та накопичених знань, які придатні для стратегічного застосування [10].

Практичне значення моделі зрілості смарт-мережі може розглядатися у двох аспектах: стратегічному та тактичному.

Стратегічне використання SGMM:

- формування спільного бачення майбутньої смарт-мережі;
- формування комунікаційної системи між представниками галузі та зацікавленими сторонами як внутрішніми, так і зовнішніми;
- використання як інструменту підготовки та прийняття рішень (оцінювання) щодо інвестування в окремі проекти з розгортання розумних енергомереж;
- планування технологічного, методологічного та організаційного забезпечення готовності до трансформаційних змін енергетичної мережі;
- залучення провідного досвіду реалізації аналогічних проектів (бенчмаркінг) [10].

Тактичне використання SGMM:

- для розроблення дорожньої карти або схеми смарт-мережі;
- для оцінки та визначення пріоритетних можливостей та проектів розгортання розумних енергомереж;
- використання як основи для прийняття рішень для інвестицій в розумні енергомережі;
- забезпечення доступу до ресурсної бази, необхідної для трансформаційного переходу з поточного рівня розумної енергомережі до наступного;
- вимірювання ефективності розумних енергомереж за допомогою KPI (ключових показників продуктивності) [10].

Модель SGMM передбачає 8 компонентів, які формують аналітичну основу для планування розумних енергетичних мереж:

- стратегічне управління та регулювання;
- організація та структура;
- технологія;
- соціальна та екологічна складова;
- мережеві операції;
- види робіт та управління ресурсами;
- управління стосунками з клієнтами та досвід;
- інтеграція ланцюгів цінностей [12].

Таким чином, модель зрілості смарт-мережі (IBM Smart Grid Maturity Model, SGMM) має потужний інструментарій для створення (проекткування) розумних енергетичних мереж. Відповідно її застосування на рівні технічного конструювання майбутньої мережі є бажаним та доцільним, окрім того, у масштабних проектах, що передбачають наявність значної кількості дрібніших проектів (або підпроектів) пропонується IBM підхід є ефективним, адже дозволяє отримати структуровану схему майбутньої мережі, яка функціонально буде ефективною у результаті узгодження її окремих компонентів та продукування можливостей для подальшого її (мережі) розвитку.

Однак застосування методики SGMM має певні недоліки. Розглянемо два випадки, щоб зрозуміти у чому криється потенційна проблема. Перший випадок – порівняння проектів, що були розроблені відповідно до SGMM. Другий – порівняння проектів, що були розроблені без урахування SGMM.

Тактичне використання SGMM передбачає, як говорилося вище:

- використання SGMM як основи для прийняття рішень для інвестицій в розумні енергомережі;
- вимірювання ефективності розумних енергомереж за допомогою KPI (ключових показників продуктивності).

Таким чином у першому випадку оцінювання проекту буде здійснено за принципом порівняння KPI, які, у випадку, коли проекти розроблялися узгоджено, будуть чітко визначені та однакові для різних

проектів, що спрощує співставлення та дозволяє якісно та кількісно оцінити проекти. Проте у випадку розроблення проектів без урахування SGMM, можливе виникнення складнощів здійснення розрахунку ефективності та порівняння проектів через різну інтерпретацію інформаційного масиву, що має бути використаних для розрахунку показників. Це призведе до викривлення порівняльної оцінки або модифікації системи KPI, знизивши якість оцінки проектів із застосуванням SGMM.

Висновки. Застосування моделі зрілості смарт-мережі (IBM Smart Grid Maturity Model, SGMM) для оцінювання ефективності проектів на розбудови розумних енергетичних мереж на передінвестиційному етапі є обґрунтованим та має низку переваг у випадку, коли проекти було розроблено на основі даної методики. У інших випадках застосування SGMM для оцінки проектів може спричинити до часткового нівелювання точності оцінювання через розбіжності у інтерпретації даних.

Література

1. Xiaobao Yu, Zhongfu Tan, Kangting Chen, Liwei Ju and Puyu He. Efficiency Evaluation for Smart Grid Management Based on Stochastic Frontier Model and Data Envelope Analyses Model. URL: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2015/142764/>
2. Jinchao Li, Tianzhi Li, Liu Han. Research on the Evaluation Model of a Smart Grid Development Level Based on Differentiation of Development Demand. URL: https://www.researchgate.net/publication/328751473_Research_on_the_Evaluation_Model_of_a_Smart_Grid_Development_Level_Based_on_Differentiation_of_Development_Demand
3. Mohammad Hasan Ansari, Vahid Tabatab Vakili i Behnam Bahrak Evaluation of big data frameworks for analysis of smart grids. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-019-0270-8>
4. Корогунюв С.Ю., Табуншич Г.В., Вольфф К. Аналіз існуючих архітектур та методів моделювання кіберфізичних систем для розумних енергомереж. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/etks_2018_27_23.pdf
5. Directive for the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources, RES. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/28/oj>
6. The EU project “BEE - Biomass Energy Europe”. URL: <http://www.eu-bee.eu>
7. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/27/oj>
8. 2012/148/EU Commission Recommendation of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of smart metering systems. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2012/148/oj>
9. Strategic Energy Technology Plan. URL: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan>
10. Trayhorn C. The Smart Grid Maturity Model. URL: <https://mthink.com/smart-grid-maturity-model/>
11. Sun Qiang, Xubo Ge, Liu Lin, Xu Xin, Zhang Yibin, Niu Ruixin, Zeng Yuan. Review of Smart Grid Comprehensive Assessment Systems. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610211018571>
12. Harmon C., Jones R. The Smart Grid Maturity Model. URL: <http://mthink.com/dev/mthink/sites/default/files/Binder2.pdf>

References

1. Xiaobao Y., Zhongfu T., Kangting Ch., Liwei J. and Puyu H. (2015). Efficiency Evaluation for Smart Grid Management Based on Stochastic Frontier Model and Data Envelope Analyses Model. [www.hindawi.com](http://www.hindawi.com/journals/mpe/2015/142764/). Retrieved from <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2015/142764/>
2. Jinchao L., Tianzhi L., Liu H. (2018). Research on the Evaluation Model of a Smart Grid Development Level Based on Differentiation of Development Demand. www.researchgate.net. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/328751473_Research_on_the_Evaluation_Model_of_a_Smart_Grid_Development_Level_Based_on_Differentiation_of_Development_Demand
3. Ansari M.H., Vakili V. T. and Bahrak B. (2019). Evaluation of big data frameworks for analysis of smart grids. link.springer.com. Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40537-019-0270-8>
4. Korotunov C.Iu., Tabunshchik H.V., Volf K. Analiz isnuichykh arkhitektur ta metodiv modeliuвання кіберфізичних систем dlia rozumnykh enerhomerezh [Analysis of the existing architectures and modeling methods of the cyber-physical systems for smart grids]. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/etks_2018_27_23.pdf
5. Directive for the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources, RES (2009). eur-lex.europa.eu. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/28/oj>
6. The EU project “BEE - Biomass Energy Europe” (2008). www.eu-bee.eu. Retrieved from <http://www.eu-bee.eu>
7. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency (2012). eur-lex.europa.eu. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/27/oj>
8. 2012/148/EU Commission Recommendation of 9 March 2012 on preparations for the roll-out of smart metering systems (2012). eur-lex.europa.eu. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2012/148/oj>
9. Strategic Energy Technology Plan (2014). eur-lex.europa.eu. Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan>
10. Trayhorn C. (2009). The Smart Grid Maturity Model. mthink.com. Retrieved from <https://mthink.com/smart-grid-maturity-model/>
11. Sun Qiang, Xubo Ge, Liu Lin, Xu Xin, Zhang Yibin, Niu Ruixin, Zeng Yuan (2011). Review of Smart Grid Comprehensive Assessment Systems. www.sciencedirect.com. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610211018571>
12. Harmon C., Jones R. (n.d.). The Smart Grid Maturity Model. mthink.com. Retrieved from <http://mthink.com/dev/mthink/sites/default/files/Binder2.pdf>

Рецензія/Peer review : 03.12.2019

Надрукована/Printed : 03.01.2020
Рецензент : д. е. н., проф. Череп А. В.