

## ДОРОЖНЯ КАРТА З МОДЕРНІЗАЦІЇ І РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД<sup>1</sup>

**Ю.Т. Матвієєва,**

канд. екон. наук, доц. старший викладач кафедри управління

Сумський державний університет, м. Суми

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна

[y.matvieieva@management.sumdu.edu.ua](mailto:y.matvieieva@management.sumdu.edu.ua)

З метою підвищення енергетичної та економічної ефективності, запровадження інструментарію раціонального енергетичного споживання, підвищення надійності, стійкості та якості електроенергії країнами світу розробляються дорожні карти з модернізації і розвитку енергетичних мереж. При цьому приділяється особливий інтерес до бази використання інноваційних технологій та відновлюваних джерел енергії. У даній статті виконано бібліографічний огляд публікацій в галузі Європейського досвіду розробки дорожньої карти з модернізації і розвитку енергетичних мереж. Під час аналізу була обрана вибірка робіт за 2010-2021 рр. бази даних Scopus®, що містить бібліографічні відомості про наукові публікації в рецензованих журналах, книгах та конференціях.

На основі використання програмного забезпечення VOSviewer (версія 1.6.15), було виокремлено п'ять кластерів досліджень у контексті формування дорожньої карти з модернізації і розвитку енергетичних мереж. Перший кластер пов'язаний з питаннями енергоефективності. Саме цей кластер має найбільшу кількість взаємозв'язків з іншими кластерами. Також він містить такі ключові поняття як дорожня карта, міжнародні технології дорожніх карт та Smart Grid технології. Другий кластер сформувався на базі досліджень різних видів енергетичних ресурсів. У третьому кластері більше всього зв'язків знайдено за поняттям «сталий розвиток». Четвертий кластер утворює ключові поняття, пов'язані з енергетичною політикою та стандартизацією. До п'ятого кластеру увійшли фактори енергетичного розвитку, що досліджуються розвиненими країнами світу. У свою чергу в статті визначено країни, що є найбільш зацікавлені до розробки дорожньої карти та реалізації Smart Grid проектів. Так, найбільш активно вивчається дана проблематика такими країнами: як Німеччина, Данія, Швеція, Велика Британія, Італія, Австрія, Нідерланди, Франція. За результатами бази даних центру спільних досліджень «Smart Electricity Systems and Interoperability» було проаналізовано запроваджені Smart Grid проекти країнами ЄС. Окреслено основні задачі сучасної енергетичної моделі.

**Ключові слова:** дорожня карта, «Smart Grid» проекти, енергоефективність, Smart Grid технології, енергетичні ресурси, розвиток енергетичних мереж, сталий розвиток, поновлювальні ресурси, зарубіжний досвід.

DOI: 10.21272/1817-9215.2021.2-5

### ВСТУП

Сучасний світ вимагає нової енергетичної моделі, яка спрямована на забезпечення соціально-економічної безпеки та конкурентоспроможності країни в цілому. Зокрема важливими залишаються питання щодо збереження навколишнього середовища.

В контексті формування ефективної енергетичної стратегії в сучасних умовах країнами розробляються дорожні карти з модернізації енергетичних мереж. В свою чергу розробляються базові, оптимістичні та песимістичні прогнози щодо розвитку розумних мереж.

Для ґрунтового дослідження термінологічної спрямованості наукових публікацій за такою тематикою як дорожня карта модернізації енергетичних мереж, була обрана база даних Scopus®. Вибірку публікацій отримано за пошуковими словами «road maps» та «smart-grid». Згідно результатам аналізу БД Scopus® найбільший інтерес до тематики формування дорожньої карти з модернізації і розвитку енергетичних мереж визначений у таких науковців як Ронні Сандовал, Хан, К. С., Алі, С. М., Улла, З., Салім, Дж., Нієнке, С., Фреліан Х., Зеллер В., Шух Г, Дуарте, Д. П., Н. Каган, Нето, А. Б., Боніні, А., Ресенде Да Сілва, Дж. Ф. Сімард, Г., Шартран, Д. Крістоф, П.

<sup>1</sup> Ця робота була підтримана Міністерством освіти і науки України (науково-дослідна тема № 0119U100766 "Оптимізаційна модель розбудови розумних та безпечних енергетичних мереж: інноваційні технології екологізації підприємств та регіонів")

Суттєву кількість публікацій отримано за пошуковими словами «road maps» та «energy» на базі використання даних Scopus®. Загалом, вихідна вибірка складала 2 852 публікацій за 2010-2021 рр. Найвищого рівня актуальності тематика отримала у 2020 році (рис. 1).

Так, вивченню різних аспектів щодо формування дорожньої карти з розвитку енергетичних мереж присвячені праці таких зарубіжних науковців: Дайм, Т.У., Ма, Дж., Амер, М., Федерічі, Г., Якобсон, М.З., Кольцакліс, Н.С., Лу, Дж., Маулєон, Окано, К., Капрос, П., Дайм, Т., Гілен, Д., Каджікава, Ю., Любін, П., Лунд, Х., Манкінс, Дж., Уян, М., Ван, Ю., Чжан, С.

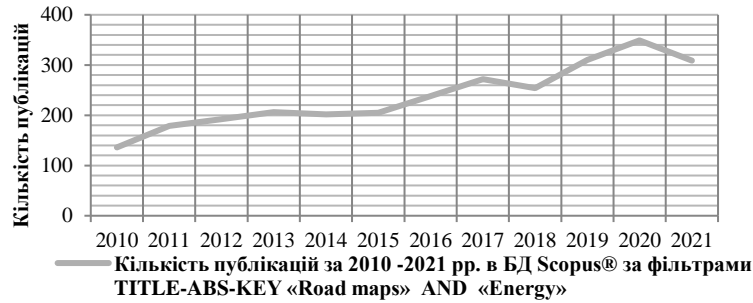


Рисунок 1 – Кількість публікацій за 2010 -2021 рр. в БД Scopus® за фільтрами TITLE-ABS-KEY «Road maps» AND «Energy» (Джерело: побудовано автором на основі даних БД Scopus®, <https://www.scopus.com/>)

Дослідження в галузі формування дорожньої карти з розвитку енергетичних мереж виконуються в різних країнах, але найбільш активно вони реалізуються в США, Китаї, Німеччині, Великій Британії, Італії, Франції, Іспанії, Японії, Індії, Нідерландах. Найбільшими спонсорами таких досліджень є Національний природничий науковий фонд Китаю, Європейська Комісія, Рамкова програма Горизонт, Національний науковий фонд, Міністерство енергетики США, Науково-дослідна рада інженерних та фізичних наук. Зокрема такі організації виявляють зацікавленість до зазначених досліджень: Китайська академія наук, Університет Цінхуа, Кембриджський університет, Массачусетський технологічний інститут, Національний науковий центр (CNRS).

Аналіз та дослідження Європейського досвіду з модернізації і розвитку дорожньої карти енергетичних мереж має особливе значення для України. Адже в сучасних умовах в цій галузі активно здійснюються розробки науковими дослідниками та органами державного управління.

#### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є виявлення ключових факторів при дослідженні Європейського досвіду з модернізації і розвитку дорожньої карти енергетичних мереж шляхом кластеризації понятійного апарату з назв публікацій, короткого опису та ключових слів; проведення загального бібліографічного аналізу цих публікацій; дослідження рівня реалізації «Smart Grid» проектів в зарубіжних країнах.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

З метою виявлення ключових факторів при дослідженні Європейського досвіду з модернізації і розвитку дорожньої карти енергетичних мереж було застосовано програмне забезпечення VOSviewer (версія 16), рис. 2



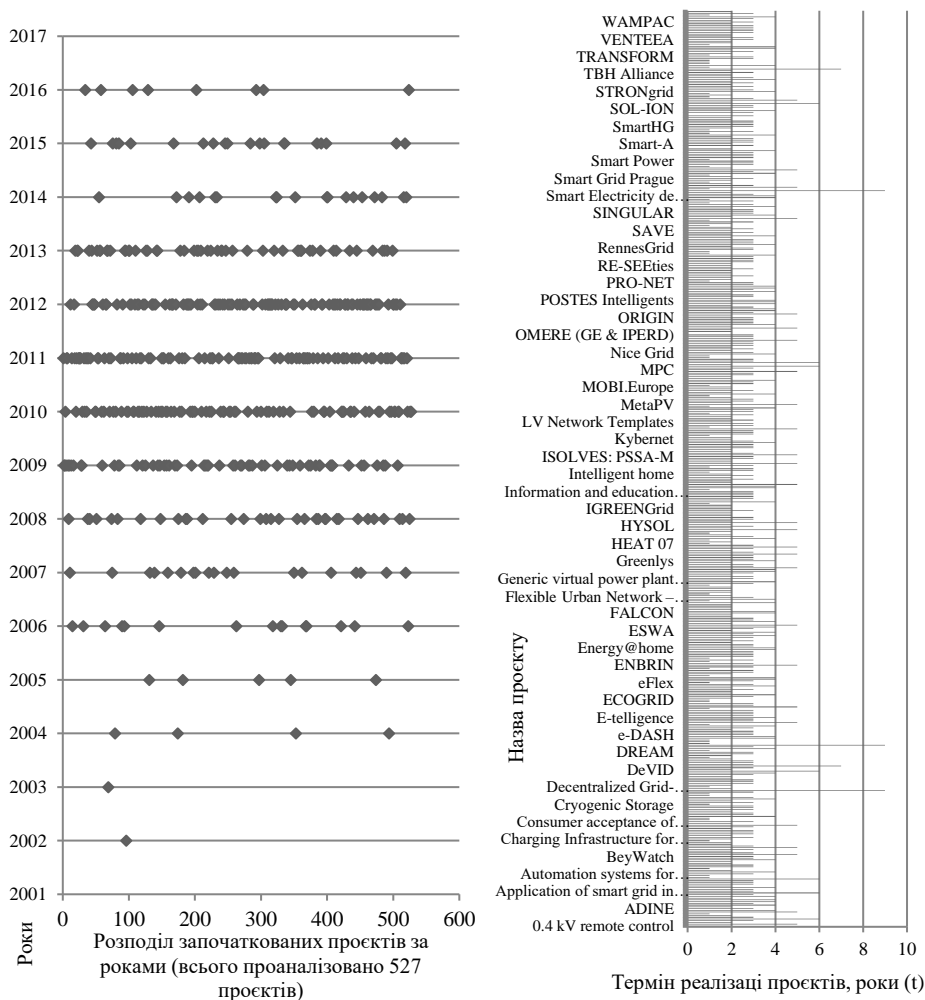


Рисунок 3 – Розподіл започаткованих проєктів Smart Grid за роками (аналіз 527 проєктів) та терміни їх реалізації(роки, t), складено автором за результатами бази даних центру спільних досліджень «Smart Electricity Systems and Interoperability» [8]

Необхідно зазначити, що сучасна енергетична модель визначає такі першочергові задачі для країн: скорочення викидів парникових газів на 80–95% до 2050 року; збільшення надходжень енергії з відновлюваних джерел; боротьба із зміною клімату [1];

### ВИСНОВКИ

Проведені дослідження показали актуальність питань щодо розроблення дорожніх карт енергетичних мереж. Бібліографічний огляд публікацій дозволив виокремити п'ять ключових кластерів досліджень у контексті розроблення дорожніх карт енергетичних мереж. Дорожні карти з енергетичного розвитку урахують певні ризики, пов'язані з технологічними чинниками, із впровадженням та відсутністю необхідних знань у фахівців та інші аспекти. Комплексна дорожня карта повинна враховувати виробництво, передачу, розподіл електроенергії, використання поновлювальних джерел енергії, застосування нових технологій, цифровізацію, навчання. Під час розроблення дорожніх карт також часто ураховуються аналіз та оцінювання найкращих зарубіжних практик реалізації. Крім того деякими

зарубіжними країнами надається всебічна підтримка Україні щодо реалізації енергетичної дорожньої карти.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Günther H. Energy roadmap 2050. European Commission's communication URL: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012\\_energy\\_roadmap\\_2050\\_en\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en_0.pdf)
2. Ronny Sandoval (2017) A roadmap for a clean, modern grid – The 6 areas that should guide our efforts. URL: <http://blogs.edf.org/energyexchange/2017/12/06/a-roadmap-for-a-clean-modern-grid-the-6-areas-that-should-guide-our-efforts/>
3. Daniel Perez Duarte N. Kagan, (2013) Brazilian smart grid roadmap - An innovative methodology for proposition and evaluation of smart grid functionalities for highly heterogeneous distribution networks. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Brazilian-smart-grid-roadmap-An-innovative-for-and-Duarte-Kagan/02f2ddb2a892d8c69209ce05629aad3c4a99eea5>
4. Smart Electricity Systems and Interoperability. <https://ses.jrc.ec.europa.eu/inventory?page=10>

#### REFERENCES

1. Günther H. Energy roadmap 2050. European Commission's communication URL: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012\\_energy\\_roadmap\\_2050\\_en\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en_0.pdf)
2. Ronny Sandoval (2017) A roadmap for a clean, modern grid – The 6 areas that should guide our efforts. URL: <http://blogs.edf.org/energyexchange/2017/12/06/a-roadmap-for-a-clean-modern-grid-the-6-areas-that-should-guide-our-efforts/>
3. Daniel Perez Duarte N. Kagan, (2013) Brazilian smart grid roadmap - An innovative methodology for proposition and evaluation of smart grid functionalities for highly heterogeneous distribution networks. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Brazilian-smart-grid-roadmap-An-innovative-for-and-Duarte-Kagan/02f2ddb2a892d8c69209ce05629aad3c4a99eea5>
4. Smart Electricity Systems and Interoperability. <https://ses.jrc.ec.europa.eu/inventory?page=10>

#### SUMMARY

##### **Matvieieva Yu., Road map on modernization and development of energy Smart Grid: European experience**

Countries around the world are developing roadmaps for the modernization and development of energy networks in order to increase energy and economic efficiency, the introduction of tools for rational energy consumption, improving the reliability, sustainability and quality of electricity. At the same time, special interest is paid to the base of using innovative technologies and renewable energy sources. This article provides a bibliographic review of publications in the field of European experience in developing a roadmap for the modernization and development of energy grids. During the analysis, a selection of papers for 2010-2021 was selected from the Scopus® database, which contains bibliographic information about scientific publications in peer-reviewed journals, books and conferences. With the help of VOSviewer software were identified five clusters of research in the context of forming a roadmap for the modernization and development of energy grids. The first cluster is related to energy efficiency issues. This cluster has the most relationships with other clusters. The cluster contains key concepts such as roadmap, international roadmap technology and Smart Grid technology. The second cluster was formed on the basis of research on different types of energy resources. In the third cluster, most connections are found in terms of «sustainable development». The fourth cluster forms the key concepts related to energy policy and standardization. The fifth cluster includes energy development factors studied by developed countries. In turn, the article identifies the countries that are most interested in the deployment of the road map and the implementation of "Smart Grid" projects. Thus, the most actively studied this issue by such countries as Germany, Denmark, Sweden, Great Britain, Italy, Austria, the Netherlands, France. According to the results of the database of the Center for Joint Research "Smart Electricity Systems and Interoperability", the implemented Smart Grid projects by EU countries were analyzed. The main tasks of the modern energy model are outlined.

**Keywords:** road map, Smart Grid projects, energy efficiency, Smart Grid technologies, energy resources, energy grid development, sustainable development, renewable resources, foreign experience/