

СТАЛІ БІЗНЕС-МОДЕЛІ ТА ЕФЕКТИ РОЗБУДОВИ РОЗУМНИХ ЕНЕРГОМЕРЕЖ¹

Колосок С.І.,

к.е.н., доцент, доцент кафедри управління імені Олега Балацького,

Сумський державний університет, м. Суми, Україна,

kolosok@management.sumdu.edu.ua;

Сущенко А.В.,

студентка кафедри управління імені Олега Балацького,

Сумський державний університет, м. Суми, Україна,

susenkoanna8@gmail.com

Стаття присвячена вивченню сталих бізнес-моделей та ефектів розбудови «розумних» мереж. Для досягнення поставленої мети використовувався науковий огляд літературних джерел з бази даних Scopus® за 2017-2021 роки. У процесі досліджень була опрацьована вибірка з 3540 публікацій за темою SciVal T.8491 «Інноваційні бізнес-моделі; Сталій бізнес; Цифрова трансформація». У результаті наукового огляду виділені та проаналізовані найактивніші установи та автори, що опублікували роботи за темою SciVal T.8491 у джерелах, що індексуються базою даних Scopus®. Визначені фундаментальні напрями досліджень сталих бізнес-моделей, що тісно пов'язуються з дослідженням цифрової трансформації, індустрії 4.0, хмарними технологіями, інтернетом речей, напрямами адаптації та дисемінації сталих бізнес-моделей.

У контексті розумних мереж, сталі бізнес моделі розглядаються з позиції вивчення розподіленої генерації, різних децентралізованих енергетичних технологій, від технологій управління попитом до технологій зберігання енергії у системі. Автори оцінюють та доводять ефективність побудови віртуальних електростанцій, можливості інтеграції у єдину систему розподілених енергетичних ресурсів та систем накопичення енергії; описують методологію роботи та контролю мережових мікромереж з огляду на масовість розгортання розумних мереж. Здійснюють систематизацію бізнес-моделей розумних мереж, що засновані на інтернеті речей; пропонують підходи до розгортання розумних мереж, що базуються на технології блокчейн.

У цій статті детально розглядаються екологічні та економічні ефекти розгортання розумних мереж. Завдяки результатам наукового огляду сталих бізнес-моделей та ефектів розбудови «розумних» мереж є можливість поточним гравцям енергетичного ринку розглянути сучасні вимоги до функціонування розумних мереж та, за потребою, переглянути свої бізнес-моделі. Розгортання розумної інфраструктури покращує енергонезалежність держави, дозволяє досягти цільові показники щодо використання альтернативних (відновлювальних) джерел енергії, та збільшує енергетичну безпеку країни при зменшенні імпортової залежності від енергетичних ресурсів.

Ключові слова: сталі бізнес-моделі, розумні енергомережі, екологічні та економічні ефекти, відновлювальні джерела енергії.

DOI: 10.21272/ 1817-9215.2022.1-6

ВСТУП

В останні десятиліття відбуваються кардинальні зміни в енергетичній галузі, що має значний вплив на інші сфери діяльності, оскільки без енергії, енергетичних продуктів складно уявити існування будь-чого. Панує думка, що традиційні джерела енергії є головною причиною забруднення атмосфери, хоча вони й відіграють найбільшу роль у виробництві електроенергії у світі. Така залежність від викопних джерел енергії є серйозним викликом на шляху до сталого розвитку. Впровадження ж сталих бізнес-моделей та розбудова «розумних» енергомереж є інструментом переходу з традиційної до «зеленої» енергетики задля зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Тому дуже важливо оцінювати вплив розбудови «розумних» енергомереж та виявити еколого-економічні ефекти розгортання таких мереж.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

¹ 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")

Lozano та Reid [1] у своїй роботі досліджували роль інвесторів у виробництві електроенергії, впровадження сталих бізнес-моделей. Головним викликом у майбутньому для життєздатності комунальних підприємств у сфері енергетики, за результатами їх роботи, є інтеграція відновлюваних технологій. Loock [2] аргументує, що цифрові технології сприяють інноваціям бізнес-моделей, оскільки усувають вузькі місця при інтеграції технологій сталої енергетики в існуючі енергосистеми. Відповідно до дослідження Karami та Madlener [3], успішні бізнес-моделі постачальників електроенергії в основному зосереджені на підвищенні енергоефективності споживачів та їх електричній самозабезпеченості. Водночас, у праці Biancardi та ін. [4] визначено, що оператори систем передачі електроенергії (TSO) є більш консервативними до сприйняття інновацій та зміни їх поточної бізнес-моделі, порівняно до операторів операційних систем. На думку авторів, електромережеві компанії, як правило, уникають інвестицій в інноваційну діяльність та розгортання розумних мереж, якщо їх належним чином не стимулюють впроваджувати такі інновації.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою роботи є науковий огляд та систематизація публікацій, що присвячені дослідженню сталих бізнес-моделей та еколого-економічним ефектам розбудови «розумних» енергомереж.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході аналізу використовувалися методи систематизації та узагальнення, бібліометричний аналіз наукової літератури.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасному світі енергія є невід’ємною складовою життя. Традиційні джерела енергії можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище через надмірну кількість викидів у атмосферу. Енергетичний сектор викидає в атмосферу 30% твердих часток, 63% сірчаного ангідриду та понад 53% оксидів озону [5]. Екстенсивне використання викопних енергоресурсів веде до майбутніх проблем дефіциту енергоресурсів (за умови відсутності належних програм ресурсозбереження та використання розумних технологій). Це є однією з головних причин впровадження нових, сталих бізнес-моделей, розумних технологій в енергетичну галузь, адже альтернативні (відновлювальні) джерела енергії можуть справляти мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище. Більш того актуальність вирішення екологічних проблем є одним з ключових пріоритетів кожної країни у світі. Тому, зовсім не дивним є зростання кількості публікацій з питань, що присвячені дослідженню сталих бізнес-моделей та розумних технологій (рисунок 1). При чому, відповідно до даних аналітичної платформи SciVal, 17% публікацій з вказаної тематики входить до топ 10% найбільш цитованих світових публікацій (та 2,9% – до топ 1% найбільш цитованих).



Рисунок 1 – Кількість наукових публікацій, що індексуються базою даних Scopus® за темою SciVal T.8491 «Інноваційні бізнес-моделі; Сталий бізнес; Цифрова трансформація» за 2017-2021 роки (джерело: побудовано авторами на основі даних © 2021 Elsevier B.V., джерелом отриманих даних є SciVal @ <https://scival.com/>)

Найбільш цитовані праці за темою SciVal T.8491 було опубліковано у чотирьох журналах: «Journal of Cleaner Production», «Sustainability», «Technological Forecasting and Social Change» та «Journal of Business Research». І загалом, частка робіт, що розміщена у топ 10% журналах складає 23.3%.

Дослідження питань сталих бізнес-моделей ведуться у всьому світі. Проте найбільш цитованими є роботи, що були опубліковані за афіліацією університету Кембрідж, Делфтського технічного університету та університету Ерлангена–Нюрнберга. У той же час, найбільший доробок з цих питань надали вчені з Орхуського університету (таблиця 1). Серед вчених за впливом на наукову спільноту та кількістю цитувань виділяється Vocken Nancy M.P. з Маастрихтського університету (таблиця 2).

Таблиця 1 – Найактивніші установи за темою SciVal T.8491 «Інноваційні бізнес-моделі; Сталий бізнес; Цифрова трансформація» за 2017-2021 роки (джерело: побудовано авторами на основі даних © 2021 Elsevier B.V., джерелом отриманих даних є SciVal @ <https://scival.com/>)

№	Назва установи	Кількість наукових публікацій, од.	Кількість цитувань, од.
1	Aarhus University	53	232
2	Delft University of Technology	52	1719
3	University of Cambridge	49	1896
4	Polytechnic University of Milan	41	687
5	Lund University	35	1109
6	Lappeenranta University of Technology	32	696
7	University of St. Gallen	32	479
8	Technical University of Munich	30	138
9	University of Oulu	30	192
10	Friedrich-Alexander University Erlangen-Nürnberg	29	1119

Якщо ж розглядати концептуалізацію сталих бізнес-моделей академічною спільнотою, то фундаментальні дослідження цієї концепції передбачають врахування різних аспектів. І в останні роки інноваційні сталі бізнес-моделі тісно пов'язуються з дослідженнями цифрової трансформації, індустрії 4.0, хмарними технологіями, інтернетом речей, напрямками адаптації та дисемінації сталих бізнес-моделей (рис. 2).

У контексті розумних мереж, сталі бізнес-моделі розглядаються з позиції дослідження розподіленої генерації, різних децентралізованих енергетичних технологій, від технологій управління попитом до технологій зберігання енергії у системі [6]. Так, Sikorski та ін. [7] оцінюють та доводять ефективність побудови віртуальних електростанцій, можливості інтеграції у єдину систему розподілених енергетичних ресурсів та систем накопичення енергії. Chen та ін. [8] описують методологію роботи та контролю мережевих мікромереж з огляду на масовість розгортання розумних мереж. Систематизацію бізнес-моделей розумних мереж, що засновано на інтернеті речей, виконали Paukstad та Becker [9]. Xu та ін. [10] запропонували підхід до розгортання розумних мереж, що базується на технології блокчейн.

Таблиця 2 – Топ 5 найбільш цитованих авторів за темою SciVal T.8491 «Інноваційні бізнес-моделі; Сталий бізнес; Цифрова трансформація» за 2017-2021 роки (джерело: побудовано авторами на основі даних © 2021 Elsevier B.V., джерелом отриманих даних є SciVal @ <https://scival.com/>)

№	Науковець	Кількість цитувань, од.	Кількість цитувань на одну публікацію
1	Vocken, Nancy M.P.	1400	46,7
2	Lüdeke-Freund, Florian	1049	95,4
3	Voigt, Kai Ingo	936	58,5
4	Evans, Steve	930	71,5
5	Kiel, Daniel	857	95,2



Рисунок 2 – Хмара ключових слів наукових публікацій, що індексуються базою даних Scopus® за темою SciVal T.8491 «Інноваційні бізнес-моделі; Сталий бізнес; Цифрова трансформація» (джерело: © 2021 Elsevier B.V., джерелом отриманих даних є Scopus® <https://www.scopus.com/>).

Розгортання розумних мереж має низку позитивних ефектів, у тому числі й позитивні ефекти на екологію:

- застосування чистих технологій – технологія «розумних» енергомереж передбачає, як правило, інтеграцію відновлюваних джерел енергії у централізованих та децентралізованих системах енергоспоживання;
- зменшення парникових газів – використання «розумних» енергомереж зменшує викиди в атмосферу;
- збереження ресурсів – використання відновлюваних джерел енергії дозволяє вирішити проблему дефіциту енергоресурсів [11, 12].

При розбудові «розумних» енергомереж передбачається застосування більш ефективніших технологічних процесів і обладнання. Саме це є причиною їх економічної вигідності для впровадження в енергетиці. На виробництво енергії через альтернативні джерела енергії витрачається мінімальна кількість коштів на стадії експлуатації. Американський економіст Джеремі Ріфкін надав визначення цьому, як енергія з «нульовими змінними витратами».

У ході дослідження було виявлено, розбудова «розумних» енергомереж має більш позитивний, ніж негативний, вплив і на економіку. Можна виділити декілька рис, що є найістотнішими при формуванні економічного ефекту:

- при розгортанні мереж немає витрат на переробку сировини, обладнання;
- розгортання розумних енергомереж є економічно вигідними як для споживачів, так і для постачальників;
- мінімальна кількість затрат на виправлення неполадок на лініях електромереж;
- відсутні витрати на відновлення ландшафту після добування викопних ресурсів;
- відсутні витрати на обладнання для очищення повітря, океану, землі та утилізації відходів.
- вирішується проблема дефіциту ресурсів;
- зменшується залежність від інших багатих на енергоресурси країн [11, 12].

ВИСНОВКИ

Розбудова розумних енергомереж та впровадження сталих бізнес-моделей є ідеальним рішенням для досягнення цілей збалансованого розвитку енергетики. Розумні енергомережі є екологічно безпечними та містять цифрові інструменти управління для досягнення показників вуглецево-нейтральної економіки. Безперечно, розбудова «розумних» енергомереж має вплив як на екологічні системи, так і на

економічні. З екологічної точки зору можливе вирішення проблеми зміни клімату чи певних локальних екологічних проблем, а з економічної – досягаються цілі енергоефективної політики та ресурсозбереження, балансування енергетичних потоків та мінімізації витрат на видобуток та переробку сировини, генерацію та постачання енергії.

Розгортання розумної інфраструктури покращує енергонезалежність держави, дозволяє досягти цільові показники щодо використання альтернативних (відновлювальних) джерел енергії, та збільшує енергетичну безпеку країни при зменшенні імпортової залежності від енергетичних ресурсів.

SUMMARY

Kolosok S., Sushchenko A. V. Sustainable business models, and effects of smart grids developing.

The article is devoted to studying sustainable business models and the effects of building "smart" grids. To achieve this goal, we used a scientific review of literature sources from the Scopus® database for 2017-2021. In the course of the research, a sample of 3540 publications on the topic SciVal T.8491 "Business Model Innovation; Sustainable Business; Digital Transformation." The results of the scientific review highlight and analyze the most active identified institutions and authors who have published work in sources indexed by the Scopus® database on the topic SciVal T.8491. The fundamental directions of research of sustainable business models are identified, which are closely connected with the investigation of digital business models, industry 4.0, cloud technologies, the Internet of Things, directions of adaptation, and dissemination of sustainable business models.

In the context of smart grids, sustainable business models are considered from the study of distributed generation, various decentralized energy technologies, from demand management technologies to energy storage technologies in the system. The authors evaluate and prove the effectiveness of the construction of virtual power plants, the possibility of integration into a single system of distributed energy resources and energy storage systems, describe the methodology of operation and control of microgrids given the massive deployment of smart grids. They carry out systematization of business models of smart networks based on the Internet of Things; offer approaches to deploying smart grids based on blockchain technology.

This article discusses the environmental and economic effects of smart grids deploying. Thanks to the results of a scientific review of sustainable business models and the effects of building "smart" grids, current energy market players have the opportunity to consider current requirements for the operation of smart grids and, if necessary, revise their business models. Deploying smart infrastructure improves the country's energy independence, achieves targets for the use of alternative (renewable) energy sources, and increases the country's energy security while reducing import dependence on energy resources.

Keywords: sustainable business models, smart grids, environmental and economic effects, renewable energy sources.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Lozano R., Reid A. Socially responsible or reprehensible? investors, electricity utility companies, and transformative change in Europe. *Energy Research and Social Science*. 2018. 37. 37-43. DOI:10.1016/j.erss.2017.09.018
2. Look M. Unlocking the value of digitalization for the European energy transition: A typology of innovative business models. *Energy Research and Social Science*. 2020. 69. DOI:10.1016/j.erss.2020.101740
3. Karami M., Madlener R. Business model innovation for the energy market: Joint value creation for electricity retailers and their customers. *Energy Research and Social Science*. 2021. 73. DOI:10.1016/j.erss.2020.101878
4. Biancardi A., Di Castelnuovo M., Staffell I. A framework to evaluate how European transmission system operators approach innovation. *Energy Policy*. 2021. 158. DOI:10.1016/j.enpol.2021.112555
5. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення : монографія / за ред. В. І. Д'яконова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 136 с.
6. Dranka G. G., Ferreira P. Towards a smart grid power system in Brazil: Challenges and opportunities. *Energy Policy*. 2020. 136. DOI:10.1016/j.enpol.2019.111033
7. A case study on distributed energy resources and energy-storage systems in a virtual power plant concept: Economic aspects / T. Sikorski et al. *Energies*. 2019. 12(23). DOI:10.3390/en12234447
8. Chen S., Chen H. H., Shen T. Suitable business models for innovation in different levels of the smart grid energy industry. *Environmental Progress and Sustainable Energy*. 2020. 39(1). DOI:10.1002/ep.13275
9. Paukstadt U., Becker J. Uncovering the business value of the internet of things in the energy domain – a review of smart energy business models. *Electronic Markets*. 2021. 31(1). P. 51-66. DOI:10.1007/s12525-019-00381-8
10. The fifth archetype of electricity market: The blockchain marketplace / Y. Xu, P. Ahokangas, S. Yrjölä, T. Koivumäki. *Wireless Networks*. 2021. 27(6). P. 4247-4263. DOI:10.1007/s11276-019-02065-9
11. Review of smart grid comprehensive assessment systems / Q. Sun et al. *Energy Procedia*. 2011. 12. P. 219-229.
12. Вакуленко І.А. Ефективність розумних енергомереж: китайський підхід. Механізм регулювання економіки. 2019. № 4. С. 24-31. DOI:10.21272/mer.2019.86.03.

REFERENCES

1. Lozano, R., & Reid, A. (2018). Socially responsible or reprehensible? investors, electricity utility companies, and transformative change in Europe. *Energy Research and Social Science*, 37, 37-43. doi:10.1016/j.erss.2017.09.018
2. Loock, M. (2020). Unlocking the value of digitalization for the European energy transition: A typology of innovative business models. *Energy Research and Social Science*, 69 doi:10.1016/j.erss.2020.101740
3. Karami, M., & Madlener, R. (2021). Business model innovation for the energy market: Joint value creation for electricity retailers and their customers. *Energy Research and Social Science*, 73 doi:10.1016/j.erss.2020.101878
4. Biancardi, A., Di Castelnuovo, M., & Staffell, I. (2021). A framework to evaluate how european transmission system operators approach innovation. *Energy Policy*, 158 doi:10.1016/j.enpol.2021.112555
5. Diakonova, V. I. (Ed.). (2017). *Napriamy rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii: aktsent na tverdomu biopalyvi ta hnuchkykh tekhnolohiiakh yoho vyhotovlennia : monohrafiia*. Kharkiv : KhNUMH im. O. M. Beketova.
6. Dranka, G. G., & Ferreira, P. (2020). Towards a smart grid power system in brazil: Challenges and opportunities. *Energy Policy*, 136 doi:10.1016/j.enpol.2019.111033
7. Sikorski, T., Jasinski, M., Ropuszynska-Surma, E., Weglarz, M., Kaczorowska, D., Kostyla, P., . . . Janik, P. (2019). A case study on distributed energy resources and energy-storage systems in a virtual power plant concept: Economic aspects. *Energies*, 12(23) doi:10.3390/en12234447
8. Chen, S., Chen, H. H., & Shen, T. (2020). Suitable business models for innovation in different levels of the smart grid energy industry. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 39(1) doi:10.1002/ep.13275
9. Paukstadt, U., & Becker, J. (2021). Uncovering the business value of the internet of things in the energy domain – a review of smart energy business models. *Electronic Markets*, 31(1), 51-66. doi:10.1007/s12525-019-00381-8
10. Xu, Y., Ahokangas, P., Yrjölä, S., & Koivumäki, T. (2021). The fifth archetype of electricity market: The blockchain marketplace. *Wireless Networks*, 27(6), 4247-4263. doi:10.1007/s11276-019-02065-9
11. Sun, Q., Ge, X., Liu, L., Xu, X., Zhang, Y., Niu, R., & Zeng, Y. (2011). Review of smart grid comprehensive assessment systems. *Energy Procedia*, 12, 219-229.
12. Vakulenko, I.A. (2019). Efektyvnist rozumnykh enerhomerezh: kytayskyi pidkhid. *Mekhanizm rehuliuвання ekonomiky*, 4, 24-31. doi:10.21272/mer.2019.86.03.

Прийнято до друку 24.12.2021 р.