

DOI: [10.32702/2307-2105-2019.4.36](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.4.36)

УДК 339.711:620.9

Ю. Т. Матвєєва,

*к. е. н., старший викладач кафедри управління, Сумський державний університет, м. Суми
ORCID: 0000-0002-3082-5551*

С. І. Колосок

*к. е. н., доцент кафедри управління, Сумський державний університет, м. Суми
ORCID: 0000-0002-5133-9878*

І. А. Вакуленко,

*асистент кафедри управління, Сумський державний університет, м. Суми
ORCID: 0000-0002-6994-833X*

АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ SMART GRID¹

Yu. Matvieieva

*PhD (Economics), Senior Lecturer of Department of Management,
Sumy State University*

S. Kolosok

*PhD (Economics), Associate Professor of Department of Management,
Sumy State University*

I. Vakulenko

*PhD (Economics), Assistant of Department of Management,
Sumy State University*

THE ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE TO IMPLEMENTATION ENERGY EFFICIENCY ON THE BASIS OF SMART GRID MODEL

В статті проаналізовано основні показники енергоефективності, що визначають рейтинг України серед інших країн світу. Досліджено зарубіжний досвід використання сучасних smart-технологій, механізми та інструменти забезпечення енергетичної ефективності на основі моделі розумних мереж. За результатами аналізу, та враховуючи досвід Німеччини, запропоновано алгоритм забезпечення енергетичної ефективності в Україні на рівні регіону на основі моделі smart grid. Алгоритм формування моделі розумних енергетичних мереж на рівні окремих регіонів потребує вирішення взаємозв'язаних задач: визначення впливу системи територіального управління на прийняття управлінських рішень в енергетичній галузі; проведення комплексної діагностики регіонів та вибір окремої території, як тестового майданчика з впровадження моделі Smart Grid; формування інструментарію стимулювання постачальників та споживачів електроенергії; пошук конкретного споживача; забезпечення відповідної системи сертифікації; забезпечення

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

інвестиційним потенціалом та інноваційними рішеннями. Очікувані результати від впровадження систем Smart Grid можуть впливати на більш ефективне використання енергоресурсів; підвищення обсягу транзиту електроенергії без будівництва нових мережевих об'єктів; підвищення надійності електропостачання, зниження часу аварійного відключення; підвищення ефективності завантаження обладнання енергетичних мереж; розвиток розподіленої генерації енергії та активізація використання альтернативних джерел енергії; зниження витрат на виробництво електроенергії та рівня втрат електроенергії в електромережах; зменшення впливу об'єктів енергетики на екологію; забезпечення двостороннього зв'язку із споживачем; виявлення нераціонального використання та розкрадань електроенергії, пошкоджень устаткування, а також зниження вартості енергоресурсів за умови впровадження диференційованих тарифів. Підґрунтям для подальших досліджень є аналіз критеріїв та параметрів за якими здійснюється відбір тестового регіону для апробації моделі розумних енергетичних мереж з метою ефективного впровадження цих систем окремими територіями України.

The main indicators of energy efficiency that determine the ranking of Ukraine among other countries of the world have been analyzed in the article. The best practices of foreign experience have been studied in the field of smart-technologies using, mechanisms and tools for ensuring energy efficiency have been formed based on the construction of smart grid model. According to the results of the analysis and based on experience of Germany, has been proposed an algorithm of implementation energy efficiency in Ukraine on the regional level that based on the architecture of the smart grid model. The algorithm of formation of a Smart Grid model on the level of separate region requires to make decision on interrelated tasks: to define the territorial administration system influence on the managerial decisions adoption in the energy sector; to conduct a complex diagnostics of the regions and to select a separate territory as a testing ground to the Smart Grids model implementation; to form the tools of stimulation of suppliers and consumers of electricity; to search a particular consumer; to provision the relevant certification system; to provide the investment potential and innovative solutions stimulation. Expected results from implementation Smart Grid systems can affect on more efficient energy resources use; on increasing the volume of transit of electricity without the construction of new network objects; on increasing the reliability of power supply, on reduction of emergency shutdown time; on increasing the efficiency of equipment loading of energy grids; on development of distributed generation of energy and increased alternative energy sources use; on reducing the cost of electricity production and the level of electricity losses in the electricity grids; on reducing the impact of energy objects on the environment; on provision of two-way communication with the consumer; on detecting inappropriate use and theft of electricity, equipment damage, as well as reducing the cost of energy resources provided. Further research is needed to make the criteria and parameters analysis of test region selection to approve the model of intelligent energy grids to effectively implement these systems in separate territories of Ukraine.

Ключові слова: *Глобальний індекс енергоефективності; енергоємність валового внутрішнього продукту; smart-технології; зарубіжний досвід; Smart Grid; інтелектуальні електроенергетичні системи; регіон*

Keywords: *Energy Architecture Performance Index; energy intensity of the gross domestic product; smart-technology; foreign experience; Smart Grid; intelligent power systems; region.*

Вступ.

Сучасний стан соціально-економічних перетворень в Україні характеризується найвищим рівнем антропогенного і техногенного навантаження по всій території, що перевищує в 6–7 разів рівень розвинених європейських держав. Ресурсоємність продукції України в 2–3 рази перевищує цей показник у розвинених країнах із ринковою економікою, а енергоємність – у 6–7 разів [6]. Крім того Українська економіка залишається

однією з найменш енергоефективних у світі. За останні 20 років основні економіки світу кардинально скоротили споживання енергоресурсів, в Україні значна їхня частка витрачається неефективно через зношеність фондів, старе обладнання та неефективне житлово-комунальне господарство.

Так, за даними щорічної доповіді Global Energy Statistical Yearbook 2017, українська економіка залишається другою найбільш енергоємною у світі з показником 0,318 кг н.е./\$2005 рік. При цьому одним з основних цільових параметрів, визначених проектом Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, є зниження до 2035 року енергоємності ВВП до рівня 0,17 кг нафтового еквівалента на 1 дол. США ВВП України та наближення за цим показником до країн зі схожими кліматичними, географічними та економічними умовами [12].

У контексті вирішення окреслених проблем, останніми роками з'явилася значна кількість робіт, у яких аналізуються можливості та шляхи забезпечення прийнятно високого рівня енергоефективності країни. Вагомий внесок у дослідження ефективності використання енергоресурсів зробили такі вчені, як: С. Ф. Єрмілов, В. М. Геєць, Ю. П. Яценко, В. В. Григоровський, В. Е. Лір, В. А. Жовтянський, М. М. Кулик, Б. С. Стогній, О. М. Суходоля.

Зокрема, питанням впровадження інтелектуальних енергосистем присвячені праці таких вітчизняних вчених як: В.І. Колашников, В.В Каплун, О.В. Левшов, В.Е. Лір та ін.

Необхідно відмітити, що позитивний досвід зарубіжних країн світу в галузі оптимізації енерговикористання викликав особливий інтерес таких учених в галузі економічних та технічних наук як С.Я. Дробишинець, В.І. Колашников, В.В Каплун.

Аналіз літературних джерел із проблематики ефективного енергоспоживання показав, що на сьогодні особливої актуальності набувають питання присвячені використанню «розумних» технологій у енергетиці зарубіжними країнами з метою трансформації електроенергетичних систем в Україні.

Постановка проблеми

Дослідити зарубіжний досвід забезпечення енергоефективності в контексті впровадження Smart Grids (зокрема, Німеччини) з метою трансформації електроенергетичних систем в Україні; запропонувати алгоритм забезпечення енергетичної ефективності регіону на основі моделі розумних мереж.

Результати

На сьогодні позитивний досвід зарубіжних країн світу в галузі енергоефективності відображається в глобальних світових рейтингах та показниках енергоємності ВВП. Все більше країн активно впроваджують інтелектуальні енергосистеми, які сформовані в контексті концепції Smart Grid та використовують Smart-технології з метою забезпечення ефективної моделі енергозбереження.

Згідно доповіді «2016 International Energy Efficiency Scorecard» американської ради з енергозберігаючої економіки визначено країни, які найкраще заощаджують електроенергію [11]. Так, за даними джерела CleanTechnica в доповіді вивчили модель енергозбереження та продуктивність 23-х країн, які найбільше споживають електрики (75% від усього споживання в світі).

Перше місце посіла Німеччина, друге – Італія і Японія, третє – Франція. Решта країн розташувалися в такій послідовності: Великобританія, Китай, Іспанія, Південна Корея і США, Канада, Нідерланди, Польща, Тайвань, Індія, Туреччина, Австралія та ін. Своє лідируюче становище Німеччина зберігає є з 2014 року, завдяки енергетичному плану – Energiewende. Крім того країна має мету до 2050 року повністю зупинити викиди в навколишнє середовище вуглекислого газу. Позиція Німеччини щодо політики в галузі енергоефективності та ставлення до навколишнього середовища загалом визначили вибір країни у нашому дослідженні.

Необхідно зазначити, що уряди країни стимулюють інвестиції в енергоефективність та здійснюють підтримку політики заощадження коштів громадян, зменшення залежності від імпорту енергоносіїв та забруднення навколишнього середовища. Разом з тим, енергетична ефективність реалізовується в світі недостатньо не дивлячись на численні переваги і її потенціал стати найбільшим ресурсом для задоволення зростаючого попиту на енергію у всьому світі.

У зв'язку з тим, що одним з основних параметрів ефективності використання енергоресурсів – є рейтинг країни серед інших країн світу, який може бути визначений за допомогою Глобального індексу енергоефективності (Energy Architecture Performance Index (EAPI)), нами вважається за доцільне проаналізувати позиції досліджуваних країн відповідно значенням Глобального індексу енергоефективності.

Глобальний індекс енергоефективності (EAPI) – це композитивний індекс, метою якого є дослідження конкретних індикаторів, що дозволяють вимірювати показники енергосистем 127 країн світу.

В основі Глобального індексу енергоефективності покладено 18 індикаторів, які в свою чергу сформовано за трьома основними вимірами енергетичних систем:

- економічне зростання та розвиток. Під-індекс визначає рівень енергетичної структури країни, яка або додає або зменшує економічне зростання та розвиток (включає шість показників);

- екологічна стійкість. Цей під-індекс визначає вплив енергоспоживання на навколишнє середовище (містить шість показників);

- доступ до енергії та безпека. Даний під-індекс визначає, наскільки енергоспоживання та енергопостачання країни є безпечним, доступним та диверсифікованим (включає шість показників).

EAPI є інструментом для прийняття комплексних рішень у галузі енергетичних систем країн світу [16].

Глобальний індекс енергоефективності (EAPI) забезпечує прозорий набір заходів, які можуть допомогти відстежити прогрес і відкрити нові перспективи щодо конкретних проблем, з якими стикаються окремі країни [17].

На базі дослідження основних параметрів енергосистем отриманий результат у вигляді індексу енергоефективності дозволяє визначити рейтинг країни серед інших країн світу.

Результативна таблиця з проміжними даними індексів енергоефективності сформована на основі використання статистичної інформації світового економічного форуму [17], (табл. 1) дає підстави стверджувати, що найвищі показники за Глобальним індексом енергоефективності мають такі країни, як Швейцарія, Норвегія, Швеція, Данія і Франція. Водночас Німеччина посідає в рейтингу 19-е місце. Зокрема, Україна в загальному заліку посіла 73 місце.

Оцінювання здійснюється за шкалою від 0 (найгірший результат) до 1 (найкращий результат) [17].

Таблиця 1. Глобальні індекси енергоефективності

<i>№/рейтинг країни</i>	<i>Країна</i>	<i>Індекс</i>
1	Швейцарія	0,80
2	Норвегія	0,79
3	Швеція	0,78
4	Данія	0,77
5	Франція	0,77
6	Австрія	0,76
7	Іспанія	0,75
8	Колумбія	0,75
9	Нова Зеландія	0,75
10	Уругвай	0,74
19	Німеччина	0,71
...		
73	Україна	0,58
...		
127	Бахрейн	0,37

(побудовано на основі статистичних даних світового економічного форуму) [17]

Позиція України в рейтингу країн світу говорить про необхідність урахування досвіду зарубіжних країн щодо реалізації «розумних» технологій у енергетиці.

У свою чергу, одним з основних показників ефективності використання енергоресурсів – є енергоємність ВВП країни

Енергоємність валового внутрішнього продукту (ЕВВП) – це узагальнюючий макроекономічний показник, що характеризує рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту [7].

Для наочності динаміку обсягів енергоємності ВВП за 2000-2016 рр. в Україні, Німеччині та світі відображено на рис. 1.

Енергоємність валового внутрішнього продукту визначається як відношення загальних обсягів споживання паливноенергетичних ресурсів виробничою і невиробничою сферами до ВВП країни за певний період:

$$E_{gap} = \left(\frac{P}{V_{gdp}} \right) \quad (1)$$

Де E_{gap} - енергоємність валового внутрішнього продукту;

P - обсяг споживання паливноенергетичних ресурсів для задоволення енергетичних виробничих і невиробничих потреб країни;

V_{gdp} - обсяг ВВП країни;

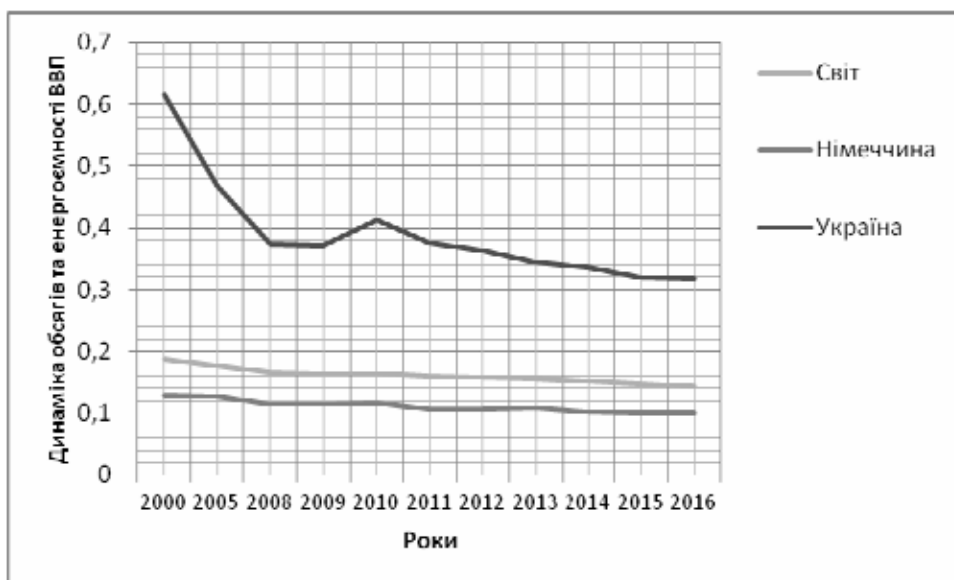


Рис. 1. Динаміка обсягів та енергоємності ВВП за 2000-2016 рр. в Україні, Німеччині та світі
Джерело: авторська розробка на основі статистичних даних enerdata & worldbank

Аналізуючи рис. 1, можна констатувати одночасне зниження обсягів енергоємності ВВП як в усьому світі, так і в досліджуваних країнах за 2000 -2016 період. Не зважаючи на позитивну динаміку, слід також звернути увагу на відносно високий рівень ЕВВП України порівняно із світовим рівнем енергоємності.

За останні 10 років в ЄС споживання первинної енергії скоротилося на 10,2% за збільшенням виробництва ВВП приблизно на таку ж саму величину. Це свідчить про значні зрушення в економіках країн-членів ЄС у сфері запровадження енергоефективних технологій та зміни структури економіки з постійним зростанням ролі інноваційної складової та зниженні обсягів енергоємного виробництва [15].

Досвід зарубіжних країн світу в галузі запровадження енергоефективних технологій доводить необхідність використання розумних технологій у енергетиці України. Практичний інтерес у цьому напрямку становить досвід Німеччини.

Німеччина є країною, яка активно використовує сучасні технології енергозбереження та альтернативні джерела енергії. Сьогодні вже третину всієї електроенергії в країні отримують від вітроустановок. Берлін має намір економити на енергоносіях за рахунок альтернативних джерел енергії. Всі басейни будуть оснащені сонячними батареями. Приватні інвестори отримують можливість розмістити на дахах громадських будівель понад 100 тис. кв. м. сонячних батарей і подавати отриману енергію у міську мережу [5].

Необхідно зазначити, що впровадження енергозбереження в Німеччині фінансується в основному банками та великими корпораціями.

За оцінкою Міжнародного енергетичного агентства до 2020 року Німеччина планує отримувати з відновлювальних ресурсів, таких як вітер і сонце, до 35% всієї споживаної енергії, до 2040 р. частка поновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії досягне у Німеччині – 74%. До 2050 року ця частка повинна скласти вже 80%.

Зокрема найбільший в Європі промисловий накопичувач енергії діє в населеному пункті Фельдхайм в Німеччині. Фельдхайм повністю забезпечує себе відновлювальною енергією та став моделлю майбутньої Німеччини. У рік парк вітрогенераторів виробляє кількість енергії, достатню для забезпечення міста з 20-тисячним населенням. Жителі Фельдхайма споживають всього 1% цієї енергії, а інше продає регіональним дистриб'юторам. Сьогодні вартість енергії в Фельдхайме на 35 % нижче, ніж у Берліні. Протягом 10 років цей розрив досягне 50 % [14].

Досить цікавою є практика впровадження в Німеччині моделі Smart Grids на рівні окремих регіонів. В Німеччині один з тестових майданчиків з впровадження системи Smart Grids знаходиться на федеральній землі Баден-Вюртемберг. Розбудова розумних мереж відбувається комплексно в одному регіоні, замість того, щоб випробовувати окремі компоненти розумних мереж. Таким чином вибудовується весь ланцюжок: виробництво, поставка, споживання та облік електроенергії.

До цього часу випробовувалися лише окремі елементи таких мереж, повномасштабний проект є цілком інноваційним. Важливим аспектом у ході реалізації проекту є робота із споживачем – концерн EnBW активно просуває інноваційні рішення серед потенційних споживачів - користувачів Smart Grids.

До найбільш важливих елементів моделі Smart Grids на рівні окремих регіонів відносять клієнтів (активна участь конкретного споживача), єдину систему стандартизації, стимули для постачальників та споживачів електроенергії, а також інвестиції.

Важливим етапом в побудові розумних енергетичних мереж стало впровадження єдиних стандартів інформаційного обміну між всіма окремими елементами мережі і всіма пристроями, що входять до складу розумної мережі Smart Grids. Такими пристроями є:

- генератори (вітро-, сонячні тощо), встановлені в межах домогосподарства;
- пристрої тарифікації та обліку – інтелектуальні електролічильники;
- побутові прилади (розробляються і готуються до широкого впровадження технології "розумної" побутової техніки, яка, наприклад, оптимізує свою роботу в залежності від ціни на електроенергію.
- створення аналогічних регіональних розумних мереж з розподіленою генерацією і об'єднання їх в об'єднану енергосистему країни.

В Німеччині, у масштабах країни, за ініціативи трьох найбільших компаній – Schmack Biogas AG, SolarWorld AG, Enercon GmbH розроблено проект широкого використання поновлюваних джерел енергії на основі сучасного устаткування з урахуванням підвищених вимог до електромереж із транзиту електроенергії.

На сьогодні у світовій енергетичній сфері реалізується ряд проектів на впровадження однієї з концептуальних технологій Smart Grid – систем Smart Metering (інтелектуального обліку). В цьому контексті у Німеччині провідними компаніями-виробниками лічильників і систем обліку є компанії Siemens AG, Techem GmbH та інші. «Інтелектуальні» системи (Automative Smart Metering System Data) на основі приладів обліку електроенергії, води, тепла та газу з системами передавання інформації від приладів обліку до відповідних концентраторів по радіоканалу виробляє компанія Techem GmbH. Зазначені системи через модеми дають змогу відправляти інформацію з мережі GSM/GPRS в Інтернет-мережу з визначенням адреси споживача [13]. Загалом до основних актуальних напрямів діяльності в енергетичній галузі Німеччини відносять: створення «інтелектуальних» мереж; розподілена генерація, поновлювані джерела енергії, мікрогенеруючі установки, Smart Meters («інтелектуальні» системи обліку електроенергії), електромобілі [13].

В усьому світі у Smart Grid-проектах інтелектуальної енергетики беруть участь понад 2930 організацій з 50 країн світу. Фінансування проектів Smart Grid здійснюється за рахунок загальноєвропейських та національних джерел, при цьому приватні інвестиції стають одним з найважливіших джерел фінансування [15]. За даними джерела [15] основні обсяги інвестицій у проекти Smart Grid зосереджені в: Данії, Німеччині, Іспанії, Франції, Великобританії, Франції, Бельгії та Швеції. Лідерами в країнах зі зростаючою часткою розподіленої генерації, перш за все, на ВРР (віртуальних електростанцій) є США, Німеччина, Австралія, Великобританія, Японія. Європейські країни за рахунок впровадження новітніх технологій розраховують на щорічне заощадження близько 7,5 млрд євро.

Як показує світовий досвід енергетичної галузі, пріоритетними напрямками на сьогодні є: своєчасні інвестиції в розвиток мережевого господарства; будівництво інтерконекторів і розвиток міждержавної кооперації; забезпечення маневреності генерації; реформування ринків для розвитку «гнучкого резервування»; управління попитом (підвищення гнучкості попиту); удосконалення прогнозування виробництва сонячних і вітрових електростанцій; заходи щодо регулювання процесів генерації/споживання розподільчих мереж; використання ПДЕ для балансування мереж [4].

Крім системної роботи експертів Міжнародного енергетичного агентства з вивчення питань інтеграції поновлюваних джерел енергії у ЄС, велика робота проводиться американським Інститутом економіки енергетики та фінансового аналізу (Institute for Energy Economics and Financial Analysis – IEEFA). Так, у лютому 2017 р. IEEFA опубліковано доповідь «Power-Industry Transition, Here and Now», в якій наведені успішні приклади інтеграції великих обсягів стохастичної генерації на основі вітру і сонця в мережеве господарство; розглядаються також приклади з досвіду ряду країн, таких як: Данія, Німеччина, Ірландія, Іспанія, Південна Австралія, Уругвай, США, Австралія та Індія, де частка електроенергії, виробленої сонячними та вітровими станціями, варіюється від 14% до 53%.

Зобов'язання країн-учасників щодо визначення плану впровадження «розумних» лічильників створюють необхідний імпульс по розгортанню програм розвитку Smart-систем в Європейському Союзі. Зокрема:

- Франція: прийнято програму з «інтелектуальних» лічильників у вересні 2010 р. із завданням – установити 95% «інтелектуальних» лічильників до 2017 року;
- Німеччина: законом від січня 2010 р. передбачено установку Smartлічильників в нові будівлі, будівлі що реконструюються, або на вимогу споживача. При цьому слід зазначити, що загалом в 2010 році на Smart Grid у Німеччині було інвестовано 397 млрд дол. США.
- Великобританія: урядовим дорученням передбачено здійснити впровадження «інтелектуальних» лічильників між 2012 і 2020 рр.;
- Іспанія: Королівським декретом (1110/2007) і Наказом міністра (2860/2007) зобов'язано до 31 грудня 2018 р. замінити всі електромагнітні лічильники електроенергії на «інтелектуальні».

У ряді країн (Німеччина, Південна Австралія та Данія) великі потужності сонячної та вітрової генерації розподілені серед значної кількості приватних споживачів. У зв'язку з цим виникає потреба в режимному регулюванні процесів генерації/споживання на рівні місцевих розподільчих мереж. Зокрема, у Німеччині зазначена проблема була вирішена за допомогою зміни обов'язкових налаштувань побутових сонячних інверторів. Для цих цілей рекомендовано розвиток і впровадження систем акумулювання (накопичувачів) енергії.

В Німеччині на реконструкцію будинків з метою зниження енергоспоживання було витрачено понад 1,5 млрд євро. Більше того, власникам житла, які бажають провести реконструкцію будинку, надаються податкові пільги в розмірі 20% і банківські кредити з низькою процентною ставкою. Будучи енергозалежною від поставок енергоносіїв іншими країнами, Німеччина вирішує проблему енергетичної безпеки шляхом енергозбереження та стимулювання розвитку альтернативних видів енергії. Більше третини всього обсягу

електроенергії отримують від вітроустановок. Інвестори отримують можливість розмістити на дахах будівель сонячні батареї і подавати отриману енергію в міську мережу. При придбанні комп'ютерів та електроприладів адміністративні установи зобов'язані купувати енергоекономні прилади [3].

На сучасному етапі вже з'явилися цілі квартали житлових будинків, що відрізняються наявністю високоефективних енергозберігаючих технологій у таких містах, як Лондон, Фрайбурз, (Німеччина), Хельсінкі (Фінляндія) та інші. В Україні ефективному розвитку «зеленого» будівництва в Україні заважають такі фактори як: недостатнє розуміння сутності «зелених підходів»; зацікавленість у відносно дешевих матеріалах, які не є екологічно безпечними; відсутність зацікавленості чиновників в зелених інноваціях та низькими обсягами інвестицій.

Узагальнюючи досвід Німеччини щодо впровадження моделі smart grid, нами запропонований алгоритм забезпечення енергетичної ефективності регіону на основі побудови smart grid (рисунок 2).

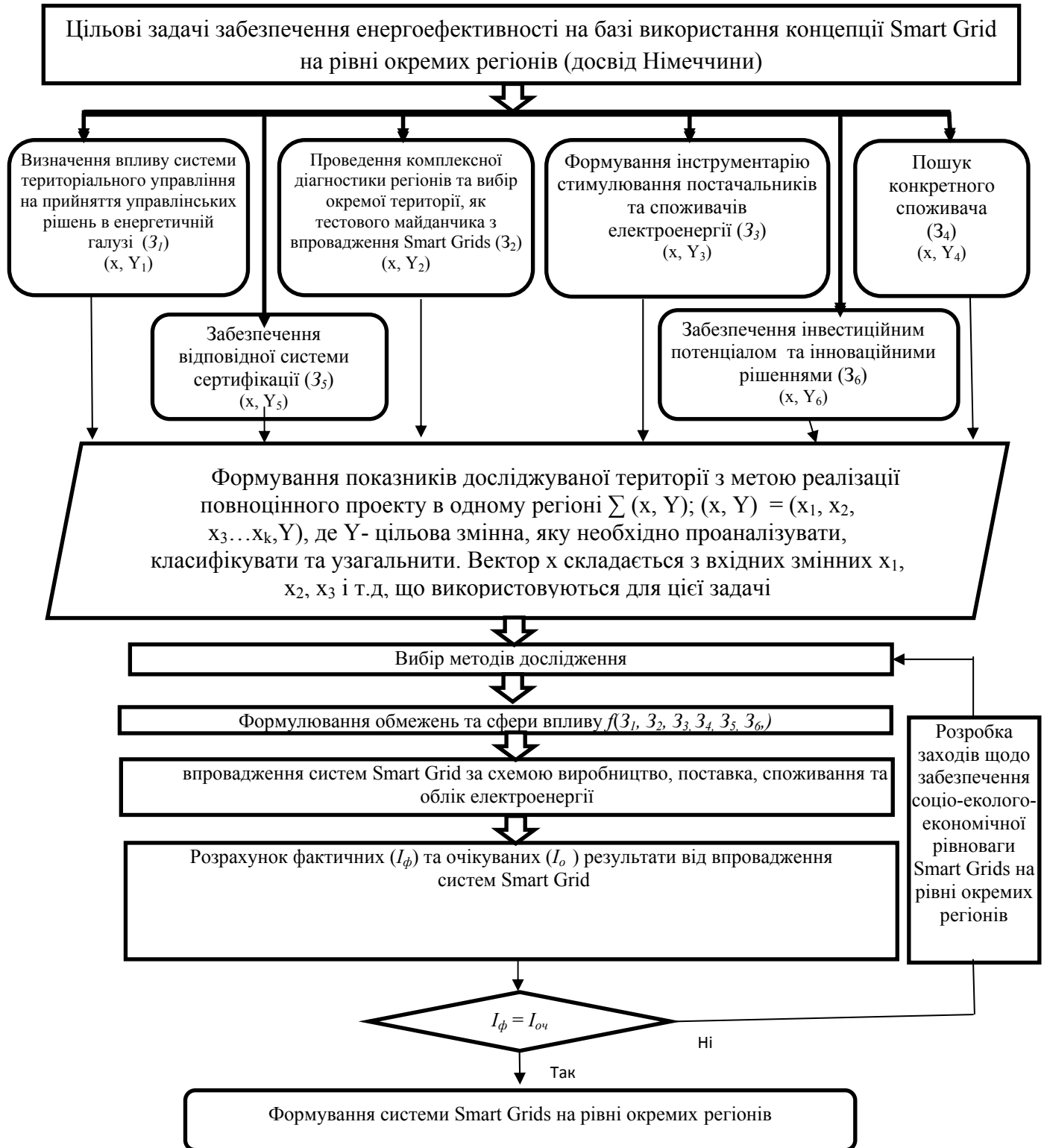


Рис. 2. Алгоритм забезпечення енергетичної ефективності регіону на основі моделі Smart Grid (досвід Німеччини)

Джерело: авторська розробка

Таким чином, формування системи Smart Grids на рівні окремих регіонів виходить із об'єктивної необхідності вирішення взаємозв'язаних і взаємообумовлених задач: 1) визначення впливу системи територіального управління на прийняття управлінських рішень в енергетичній галузі (З₁); 2) проведення комплексної діагностики регіонів та вибір окремої території, як тестового майданчика з впровадження Smart Grids (З₂); 3) формування інструментарію стимулювання постачальників та споживачів електроенергії (З₃); 4) пошук конкретного споживача (З₄); 5) забезпечення відповідної системи сертифікації (З₅); забезпечення інвестиційним потенціалом та інноваційними рішеннями (З₆).

В процесі побудови системи Smart Grids на особливу увагу заслуговують параметрами за якими відбувається вибір тестової території.

На нашу думку саме порівняння фактичних та очікуваних значень енергетичної ефективності території, що досліджується відображає ефективність впроваджень.

Очікувані результати від впровадження систем Smart Grid можуть мати наступні прояви:

- більш ефективного використання енергоресурсів;
- підвищення обсягу транзиту електроенергії (до 40 – 50%) без будівництва нових мережевих об'єктів;
- підвищення надійності електропостачання, зниження часу аварійного відключення; підвищення ефективності завантаження електромережевого обладнання;
- розвиток розподіленої генерації та активізація використання альтернативних джерел енергії;
- зниження витрат на виробництво електроенергії та рівня втрат електроенергії в електромережах;
- зменшення впливу об'єктів енергетики на екологію (скорочення викидів CO₂ в атмосферу);
- забезпечення двостороннього зв'язку із споживачем;
- виявлення нераціонального використання та розкрань електроенергії, пошкоджень устаткування, а також зниження вартості енергоресурсів за умови впровадження диференційованих тарифів.

У рамках концепції та методології реалізації систем Smart Grid мають бути врахованими вимоги усіх зацікавлених сторін – держави, генерувальних, мережних і енергозбутових компаній, споживачів і виробників обладнання.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Проаналізувавши зарубіжний досвід щодо забезпечення енергоефективності на рівні регіону виявлено, що на сучасному етапі розвитку європейських країн все більшої уваги звертається на впровадження Smart-технологій і особливого значення набула розбудова моделей розумних енергетичних мереж.

Використавши досвід Німеччини, обґрунтовано доцільність впровадження «проекту Smart Grid» на основі комплексного підходу на рівні окремої території. Такий підхід дає змогу в повному обсязі застосувати всі елементи системи розумних енергетичних мереж. При цьому підґрунтям для наших подальших досліджень є аналіз критеріїв та параметрів за якими здійснюється відбір тестового майданчика для впровадження моделі Smart Grid з метою ефективного впровадження цих систем окремими територіями України. Також окремого вивчення потребують питання щодо інструментарію стимулювання енергозберігаючого споживання та постачання електроенергії за моделлю Smart Grid.

Список літератури.

1. Бараннік В. О. Енергоемність ВВП держави: історичні паралелі та уроки для України. *Стратегічні пріоритети*. № 1 (34), 2015 р. URL: <http://sp.niss.gov.ua/content/articles/files/19-1436780463.pdf>
2. Денисюк С.П. Технологічні орієнтири реалізації концепції Smart Grid в електроенергетичних системах. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. Онлайн видання: 2014. №1. ISSN 2308-7382. URL: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/10024/1/1_Denyshuk_SP_Guidelines_of_technological.pdf
3. Досвід енергозбереження в різних країнах світу. URL: <http://market.avianua.com/?p=4042>
4. Досвід країн Єврозоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/Pidvyshhennya-energoefektyvnosti-v-YES.pdf>
5. Дробишинець С.Я., Закордонний досвід в галузі енергозбереження та енергоефективності. «Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві», Випуск 4, 2015 URL: file:///C:/Users/Admin/Downloads/stmrb_2015_4_9.pdf
6. Еколого-збалансований розвиток територіальних, соціально-економічних систем : звіт про НДР (заключний) / кер. А. Ю. Жулавський. – Суми : СумДУ, 2010. – 87 с.
7. Енергоемність ВВП. *Вікіпедія*. *Вільна енциклопедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%94%D0%BC%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%92%D0%92%D0%9F
8. Енергоемність економіки України. URL: https://biz.censor.net.ua/columns/3048408/energomnst_ekonomki_ukrani_abo_chomu_do_vropi_sche_daleko
9. Зарубіжний досвід стимулювання відновлюваних джерел енергетики (досвід Німеччини та Австрії). URL: https://feao.org.ua/wp-content/uploads/2017/11/2017-11-14_zarubizhnyy-dosvid-vde-nimechchyny_avstrija.pdf
10. Напрямки діяльності розвинених країн у сфері енергоефективності. URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-2/section-1/1-4>

11. Німеччина, Італія та Японія - світові лідери енергозбереження. URL: <http://pobudovano.com.ua/news/nimechchina-italiya-ta-yaponiya-svitovi-lideri-energozberezhennya>
12. Огляд аналітичних робіт міжнародних енергетичних організацій щодо стану та сценаріїв розвитку світової енергетичної сфери з прогнозом інвестування в енергоефективність. Київ 2018. URL: https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/2.-rozvyt_svit_energet_sfery.pdf
13. Оцінка стану та реалізації концепцій розвитку «інтелектуальних» електромереж у світовій практиці. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Grid.pdf>
14. Розподілена генерація електроенергії – глобальні тенденції розвитку. URL: <https://gazeta.ua/articles/economics/rozpodilena-generaciya-elektroenergiyi-globalni-tendenciyi-rozvitku/680912?mobile=true>
15. Стан і перспективи розвитку технологій «інтелектуальних» електромереж, управління попитом та систем режимного управління в умовах розвитку поновлюваних джерел енергії у зарубіжній енергетичній сфері. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/04/1.-Stan-rozvytku-smart-grid.pdf>
16. EAPI 2017 in Numbers. URL: <http://reports.weforum.org/global-energy-architecture-performance-index-2017/wp-content/blogs.dir/113/mp/files/pages/files/eapi17-pull-out-poster-.pdf>
17. Energy Architecture Performance Index. *World economic forum* Table of Rankings. URL: <http://reports.weforum.org/global-energy-architecture-performance-index-2017/table-of-rankings/>
18. The Global Energy Architecture Performance Index 2017. URL: Methodological Addendum. URL: <http://wef.ch/eapimethodology>.

References.

1. Barannik, V. O. (2015), “The energy intensity of the state's GDP: historical parallels and lessons for Ukraine”, *Stratehichni priorytety*, No 1 (34), available at: <http://sp.niss.gov.ua/content/articles/files/19-1436780463.pdf> (Accessed 23 February 2019)
2. Denysiuk, S.P. (2014), “The technological guidelines for the implementation of the Smart Grid concept in power systems”, *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia*, No 1, available at: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/10024/1/1_Denysiuk_SP_Guidelines_of_technological.pdf (Accessed 01 March 2019)
3. Poultry market (2015), “Experience of energy saving in different countries of the world”, available at: <http://market.avianua.com/?p=4042> (Accessed 03 March 2019)
4. SE “NEK “UKRENERGO” (2017), “Experience of the European Union countries on energy efficiency, energy audit and energy management in energy saving in the economies of the countries”, available at: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/Pidvyshhennya-energoefektyvnosti-v-YES.pdf> (Accessed 03 March 2019)
5. Drobysheynets, S.Ia. (2015), “Foreign practice in energy saving and energy efficiency”, *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*, Issue 4, available at: file:///C:/Users/Admin/Downloads/stmrb_2015_4_9.pdf (Accessed 11 March 2019)
6. Zhulavskiy, A. Yu. (2010), “The ecologically-balanced development of territorial, socio-economic systems”, *Zvit pro NDR (zakliuchnyi)*, SumDU, Sumy, Ukraine
7. Wikipedia Free Encyclopedia (2019), “Energy intensity of GDP”, available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%94%D0%BC%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%92%D0%92%D0%9F (Accessed 12 March 2019)
8. Business censor (2018), “Energy intensity of the Ukrainian economy”, available at: https://biz.censor.net.ua/columns/3048408/energomnst_ekonomki_ukrani_abo_chomu_do_vropi_sche_daleko (Accessed 13 March 2019)
9. Financial and economic analysis office in the VRU (2017), “Foreign experience of stimulating renewable energy sources (experience of Germany and Austria)”, available at: https://feao.org.ua/wp-content/uploads/2017/11/2017-11-14.zarubizhnyy-dosvid-vde-nimechchyny_avstrija.pdf (Accessed 14 March 2019)
10. Power engineering: history, modernity, future (2012–2013), “Areas of activity of developed countries in the field of energy efficiency”, available at: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-2/section-1/1-4> (Accessed 14 March 2019)
11. Built in Frankivsk (2016), “Germany, Italy and Japan are world leaders in energy conservation”, available at: <http://pobudovano.com.ua/news/nimechchina-italiya-ta-yaponiya-svitovi-lideri-energozberezhennya> (Accessed 15 March 2019)
12. SE “NEK “UKRENERGO” (2018), “Review analytical works of international energy organizations regarding the state and scenarios of world development energy sector with a forecast of investing in energy efficiency”, available at: https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/2.-rozvyt_svit_energet_sfery.pdf (Accessed 15 March 2019)
13. “Assessment of the status and implementation concepts of the development of “intelligent” power grids in world practice”, available at: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Grid.pdf> (Accessed 16 March 2019)
14. Gazeta.ua (2016), “Distributed generation of electricity – global trends of development”, available at: <https://gazeta.ua/articles/economics/rozpodilena-generaciya-elektroenergiyi-globalni-tendenciyi-rozvitku/680912?mobile=true> (Accessed 17 March 2019)

15. SE “NEK “UKRENERGO” (2018), “Status and prospects of the development of technologies of “intelligent” power grids, demand management and regime management systems in conditions of development of renewable energy sources in the foreign energy sector”, available at: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/04/1.-Stan-rozvytku-smart-grid.pdf> (Accessed 17 March 2019)

16. EAPI 2017 in Numbers, available at: <http://reports.weforum.org/global-energy-architecture-performance-index-2017/wp-content/blogs.dir/113/mp/files/pages/files/eapi17-pull-out-poster-.pdf> (Accessed 19 March 2019)

17. World economic forum (2019), “Table of Rankings. Energy Architecture Performance Index”, available at: <http://reports.weforum.org/global-energy-architecture-performance-index-2017/table-of-rankings/> (Accessed 19 March 2019)

18. World economic forum (2017), “The Global Energy Architecture Performance Index 2017: Methodological Addendum”, available at: <http://wef.ch/eapimethodology> (Accessed 20 March 2019)

Стаття надійшла до редакції 0204.2019 р.