



# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ: проблеми управління

Монографія



Друкується в рамках виконання  
науково-дослідної роботи  
«Організаційно-економічні механізми  
стимулювання розвитку відновлювальної  
енергетики України» (№ 0117U002254)  
за рахунок бюджетних коштів  
Міністерства освіти і науки України



**ENERGY EFFICIENCY  
AND RENEWABLE  
ENERGY IN UKRAINE:  
problems of management**

Monograph

Edited by Iryna Sotnyk



# **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ: проблеми управління**

Монографія

За загальною редакцією  
доктора економічних наук, професора І. М. Сотник





УДК 332.12:620.92(477)  
Е 65

Рекомендовано до друку вченою радою Сумського державного університету.  
Протокол № 1 від 29.08.2019 р.

Рецензенти:

*О. В. Димченко* – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки підприємств, бізнес-адміністрування і регіонального розвитку Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова МОН України (м. Харків);

*Л. І. Михайлова* – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту зовнішньоекономічної діяльності та євроінтеграції Сумського національного аграрного університету МОН України (м. Суми);

*О. В. Прокопенко* – доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки і міжнародних відносин Міжнародного гуманітарного університету МОН України (м. Одеса)

Е 65 **Енергоефективність** та відновлювальна енергетика в Україні: проблеми управління: монографія / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми: ПФ «Видавництво “Університетська книга”», 2019. 247 с.

ISBN 978-966-680-931-8

У колективній монографії висвітлено вдосконалені теоретичні, методологічні підходи та прикладні аспекти управління зростанням енергоефективності національної економіки і розбудови її відновлювальної енергетики. Обґрунтовано напрями розвитку «зеленого» бізнесу та механізми їх просування. Удосконалено підходи до державного регулювання відновлювальної енергетики для забезпечення еколого-економічної безпеки, кредитно-фінансові важелі реалізації енергоефективних проектів, моделі стимулювання зростання енергоефективності суб'єктів господарювання. Розглянуто прикладні аспекти управління енергоефективністю та «зеленою» енергетикою в енергетичному комплексі, житлово-комунальному господарстві та транспорті.

Для фахівців з питань управління розвитком відновлювальної енергетики та підвищення енергоефективності економіки, викладачів, аспірантів, студентів енергетичних та економічних спеціальностей.

**УДК 332.12:620.92(477)**

ISBN 978-966-680-931-8

© Колектив авторів, 2019

© ПФ «Видавництво “Університетська книга”», 2019

## Зміст

<b>Перелік скорочень .....</b>	<b>7</b>
<b>Вступ .....</b>	<b>9</b>
<b>Розділ 1. Сучасний стан і перспективи розвитку «зеленої» енергетики як складової енергоефективної економіки.....</b>	<b>14</b>
1.1. Зелений бізнес: сучасні тренди розвитку та шляхи просування. <i>Мишенін Є. В., Чигрин О. Ю. ....</i>	14
1.2. Розвиток відновлювальної енергетики в Україні та світі: порівняльний аналіз. <i>Сотник І. М. ....</i>	28
1.3. Проблеми розвитку відновлювальної енергетики в Україні та світі і шляхи їх подолання. <i>Сотник І. М., Галиця І.О., Косарева Т. В. ....</i>	53
1.4. Економічна оцінка перспективних напрямів розвитку відновлювальної енергетики в Україні. <i>Комеліна О. В., Болдирева Л. М. ....</i>	59
1.5. Обґрунтування напрямів розвитку сонячної енергетики для України. <i>Вороненко В. І. ....</i>	72
<b>Розділ 2. Механізми управління підвищенням енергоефективності та відновлювальною енергетикою: напрями вдосконалення.....</b>	<b>86</b>
2.1. Моделі стимулювання енергоефективності та дематеріалізації на рівні суб'єктів господарювання. <i>Зайцев О. В., Могильний В. В. ....</i>	86
2.2. Удосконалення механізмів державного регулювання розвитку «зеленої» енергетики як основи еколого-економічної безпеки України. <i>Якимчук А. Ю. ....</i>	106
2.3. Кредитні лінії Європейського банку реконструкції та розвитку як джерело фінансування проектів енергоефективності та	

відновлювальної енергетики в Україні. <i>Курбатова Т. О., Мельніков В.С., Вавілічев М. Д., Гирченко Є. В.</i> .....	119
2.4. Вимірювання еко-інноваційного потенціалу як основа розроблення політики стимулювання ресурсо- та енергоефективного розвитку регіону. <i>Коблянська І. І.</i> .....	131
<b>Розділ 3. Прикладні і галузеві аспекти управління розбудовою «зеленої» енергетики та зростанням енергоефективності</b> .....	<b>153</b>
3.1. Обґрунтування варіантів інноваційного розвитку національного енергетичного сектора. <i>Школа В. Ю., Касьяненко Т. В., Щербаченко В. О.</i> .....	153
3.2. Територіальні механізми управління зростанням енергоефективності в житловій сфері. <i>Деміхов О. І.</i> .....	167
3.3. Формування територіальних природно-господарських комплексів на базі малих гідроелектростанцій. <i>Шашков С. В., Дегтяренко О. Г., Теліженко О. М., Байстрюченко Н. О.</i> .....	186
<b>Висновки</b> .....	<b>214</b>
<b>Список використаних джерел</b> .....	<b>219</b>

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АЕС	– атомна електростанція
ВВП	– валовий внутрішній продукт
ВДЕ	– відновлювальні джерела енергії
ВЕ	– відновлювальна енергетика
ВЕС	– вітрова електростанція
ВРП	– валовий регіональний продукт
ВНП	– відпрацьовані нафтові продукти
в. п.	– відсотковий пункт
ГАЕС	– гідроакumuлююча електростанція
ГЕС	– гідроелектростанція
ДСТУ	– державний стандарт України
ЄБРР	– Європейський банк реконструкції та розвитку
ЄС	– Європейський Союз
ЕІПР	– еко-інноваційний потенціал регіону
ЕСУ	– енергетична стратегія України
ЖБК	– житлово-будівельний кооператив
ЖКГ	– житлово-комунальне господарство
н. е.	– нафтовий еквівалент
НШВ	– нафтошлямові відходи
ОЕСР	– Організація економічного співробітництва та розвитку
ОІВ	– олії індустріальні відпрацьовані
ОМВ	– олії моторні відпрацьовані
ОСББ	– об'єднання співвласників багатоквартирних будинків
ПДВ	– податок на додану вартість
РІС	– регіональна інноваційна система
СЕС	– сонячна електростанція

СНВ	– суміш нафтопродуктів відпрацьованих
ТЕС	– теплоелектростанція
ТЕЦ	– теплоенергоцентрально
ТПГК	– територіальний природно-господарський комплекс
у. п.	– умовне паливо
LCOE	– середня розрахункова собівартість генерації електроенергії (levelized cost of electricity)

## ВСТУП

Розвиток сучасних технологій радикально змінює ситуацію щодо ефективності використання традиційних ресурсів та обумовлює залучення до циклів виробництва і споживання нових, раніше не задіяних ресурсних джерел. Особливо яскраво ці процеси віддзеркалюються в енергетичній сфері, де розвиток нових енерготехнологій та імплементація їх у практику господарювання не лише забезпечує багатократне зростання енергоефективності виробництва й розширення енергетичної ресурсної бази, а й дозволяє отримати, поряд з економічними перевагами, суттєві екологічні вигоди, що полягають у декарбонізації національних економік, скороченні обсягів застосування викопних палив на одиницю виробленої енергії внаслідок залучення відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) тощо. За оцінками експертів, світовий сектор відновлювальної енергетики (ВЕ) поступово перетворюється на помітного роботодавця, забезпечуючи вже сьогодні робочими місцями більш ніж 10 млн осіб.

Ураховуючи позитивні аспекти розвитку енергоефективних технологій та ВЕ як у розвинених країнах, так і в тих, що розвиваються, доцільною є, на наш погляд, активізація структурних зрушень національних економік у напрямі подальшого зростання їх енергоефективності, «озеленення» енергетичних секторів та інших сфер економічної діяльності. З цих позицій значної актуальності набувають дієві механізми управління зазначеними процесами, спроможні забезпечити досягнення поставлених державних та глобальних цілей сталого розвитку щодо надійного і якісного енергозабезпечення.

Прагнучи рухатися в руслі загальносвітових тенденцій, Україна намагається розвивати ВЕ та підвищувати енергоефективність національної економіки шляхом застосування управлінських механізмів, які охоплюють

цільові державні програми і плани, компенсаційні фінансові схеми, «зелені» тарифи, митні та податкові пільги тощо. Водночас певна обмеженість спектру й неефективність дії окремих важелів управління призводять до незадовільних результатів розбудови ВЕ та низьких темпів скорочення енергоємності валового внутрішнього продукту країни порівняно з іншими державами світу. Системність і комплексність зазначеної проблеми, що охоплює всі рівні господарювання, вимагає подальших наукових досліджень, спрямованих на аналіз існуючої ситуації, визначення перешкод енергоефективному розвитку та перспективних шляхів і механізмів їх подолання. У зв'язку з цим пропонується колективна монографія присвячена вивченню проблемних аспектів управління підвищенням енергоефективності вітчизняної економіки та розбудови «зеленої» енергетики в контексті досягнення цілей сталого розвитку України.

Основою наукових розробок колективу авторів стали результати досліджень як іноземних (таких як З. Абдмолах (Abdmouleh), Р. Аламари (Alammari) (Abdmouleh et al., 2015), С. Аболсеїні (Abolhosseini), А. Гешматі (Heshmati) (Abolhosseini and Heshmati, 2014), М. Вейга (Veiga) (Veiga and Álvarez, 2013), К. Джилінгем (Gillingham), А. Кейєс (Keyes), К. Палмер (Palmer) (Gillingham et al., 2018), А. Донасторг (Donastorg), С. Ренукапа (Renukappa) (Donastorg et al., 2012), М. Грінстоун (Greenstone), М. Фоулі (Fowlie), (Fowlie et al., 2018), С. Гріфіт-Джонс (Griffith-Jones), Дж. А. Окампо (Ocampo), С. Спрат (Spratt) (Griffith-Jones et al., 2012), Б. Совакул (Sovacool), Д. Якобс (Jacobs) (Jacobs and Sovacool, 2012), Дж. Спенденберг (Spangenberg), Ж. Трота (Trotta) (Trotta et al., 2018) та ін.), так і вітчизняних вчених (таких як Б. В. Буркинський (Буркинський та ін., 2011), Т. П. Галушкіна (Галушкіна, 2012), Г. Гелетуша, Т. Железна (Гелетуша та ін., 2015), С. П. Денисюк (Європейські, 2018), А. Касич (Касич та ін., 2013), І. Клопов (Клопов, 2016), Л. Г. Мельник (Мельник та

Дегтярєва, 2016), В. Г. Потапенко (Потапенко, 2012), А. В. Прокіп (Прокіп та ін., 2015), Н. Рязанова (Рязанова, 2017), Є. Савчук (Савчук, 2018), Є. В. Хлобистов (Сталий, 2011), Б. В. Степаненко-Липовик (Степаненко-Липовик, 2013), О. Черняк (Chernyak and Farenjuk, 2015) та ін.) у сфері інноваційного енергетичного, економічного та екологічно збалансованого розвитку.

Ураховуючи вагомі наукові досягнення попередників, автори монографії, результати досліджень яких подано у книзі, зосередили увагу на вдосконаленні існуючих і розробленні нових теоретичних та методологічних підходів, а також прикладних аспектів управління зростанням енергоефективності економіки України й «озеленення» її енергетичного сектору шляхом розбудови ВЕ. Відповідно до цього основними завданнями пропорованих наукових розвідок є:

- науково обґрунтувати напрями розвитку сучасного «зеленого» бізнесу та механізми їх просування;
- дослідити передумови й еволюцію ВЕ у світі та в Україні, визначити проблеми розбудови сектора та напрями їх подолання;
- виконати економічну оцінку перспективних напрямів розвитку в Україні ВЕ в цілому та сектора сонячної енергетики зокрема;
- удосконалити державне регулювання розбудови «зеленої» енергетики в контексті забезпечення еколого-економічної безпеки країни;
- розробити методичні підходи до вимірювання еко-інноваційного потенціалу регіону з метою досягнення ресурсо- й енергоефективного розвитку території;
- удосконалити кредитно-фінансові механізми реалізації проектів у сфері енергоефективності та ВЕ в Україні;
- розробити моделі стимулювання енергоефективності та дематеріалізації суб'єктів господарювання із залученням фінансових важелів;



- обґрунтувати сценарії інноваційного розвитку національного енергетичного сектору, підвищення енергоефективності в житлово-комунальному господарстві;
- сформувати наукові підходи до створення територіальних природно-господарських комплексів на базі малих гідроелектростанцій (ГЕС).

Автори не претендують на вичерпність та завершеність висвітлених у колективній монографії питань. Безперечно, деякі із сформульованих у книзі положень мають дискусійний характер, тому авторський колектив буде щиро вдячний за відгуки та пропозиції щодо удосконалення окремих частин дослідження і водночас сподівається, що результати, викладені в монографії, певною мірою сприятимуть удосконаленню механізмів управління підвищенням енергоефективності та розвитком ВЕ, які використовуються в практиці вітчизняних підприємств і організацій, регіональних та державних органів влади, коригуванню відповідної інформаційної і нормативно-правової бази.

Результати досліджень, наведені в монографії, можуть бути корисними в науковій і практичній діяльності фахівців, державних службовців і науковців у сфері економіки та управління національним господарством, зокрема паливно-енергетичним комплексом, економіки природокористування й охорони навколишнього середовища, а також для викладачів, аспірантів й студентів енергетичних та економічних спеціальностей.

Дослідження виконані в рамках науково-дослідної роботи «Організаційно-економічні механізми стимулювання розвитку відновлювальної енергетики України» (№ 0117U002254) за рахунок бюджетних коштів Міністерства освіти і науки України.

Авторський внесок: Сотник І. М., д.е.н., професор, керівник колективу (вступ; п. 1.2–1.3; висновки); Галиця І. О., д.е.н., професор (п. 1.3); Комеліна О. В., д.е.н., професор (п. 1.4); Мішенін Є. В., д.е.н., професор (п. 1.1);

Теліженко О. М., д.е.н., професор (п. 3.3); Якимчук А. Ю., д.е.н., професор (п. 2.2); Болдирєва Л. М., д.е.н., доцент (п. 1.4); Байстриюченко Н. О., к.е.н., доцент (п. 3.3); Дегтяренко О. Г., к.е.н., доцент (п. 3.3); Зайцев О. В., к.е.н., доцент (п. 2.1); Коблянська І. І., к.е.н., доцент (п. 2.4); Чигрин О. Ю. к.е.н., доцент (п. 1.1); Школа В. Ю., к.е.н., доцент (п. 3.1); Вороненко В. І., к.е.н. (п. 1.5); Деміхов О. І., к.н. з держ. упр. (п. 3.2); Касьяненко Т. В., к.е.н. (п. 3.1); Косарева Т. В., к.е.н. (п. 1.3); Курбатова Т. О., к.е.н. (п. 2.3); Шашков С. В., к.е.н. (п. 3.3); Щербаченко В. О., к.е.н. (п. 3.1); Вавілічев М. Д. (п. 2.3); Гирченко Є. В. (п. 2.3); Мельніков В. С. (п. 2.3); Могильний В. В. (п. 2.1).

Поряд з екомаркуванням і сталими закупівлями, «зелені» інвестиції стали сьогодні глобальним явищем. Вони можуть здійснюватися в різних формах, наприклад, як пільгові кредити, приватні інвестиції, випуск екологічних цінних паперів та ін. Ключовим при просуванні цього інструменту є продуманий та чітко відпрацьований механізм державного регулювання і державної інвестиційної підтримки. Так, завдяки ефективним механізмам управління з 2004 по 2010 рік Європа та Північна Америка збільшили свої «зелені» інвестиції в 4 рази, тоді як Азійсько-Тихоокеанський регіон – у 10 разів. На сьогодні найбільшими ринками екоінвестицій є Північна Америка, Європа й Азія, але регіональна структура останніми роками значною мірою змінюється (Handbook, 2017). На жаль, в Україні екологічне інвестування перебуває лише на початковій стадії і потребує активної державної підтримки.

Підсумовуючи, зазначимо, що з огляду на світові тенденції та наявний внутрішній потенціал Україна має всі передумови для розвитку «зеленого» бізнесу, ключовим елементом якого є випуск екологічно чистої («зеленої») продукції.

## **1.2. Розвиток відновлювальної енергетики в Україні та світі: порівняльний аналіз<sup>1</sup>**

*Сотник І. М.*

У сучасних умовах ВЕ поступово посилює свої позиції у світовому енергобалансі, демонструючи швидкі темпи розвитку в окремих державах світу, зокрема, Китаї, США, країнах ЄС, Бразилії, Індії та багатьох інших.

---

<sup>1</sup> Публікація підготовлена в рамках виконання науково-дослідних робіт «Організаційно-економічні механізми стимулювання розвитку відновлювальної енергетики України» (№ 0117U002254) та «Модель системи управління ефективністю та прогнозування використання електричної енергії» (№ 0118U003583) за рахунок бюджетних коштів Міністерства освіти і науки України.

Причиною тому є важливі стратегічні переваги розбудови ВЕ, а саме: економія викопних палив на підставі їх заміни невичерпними ВДЕ, можливості створення децентралізованих систем тепло- та електропостачання в різних галузях національних економік і регіонах країн світу, підвищення надійності та якості енергопостачання, маневрування енергопотужностями, зростання рівнів енергобезпеки держав, створення нових робочих місць. Разом з тим, виникають і позитивні екологічні ефекти, що полягають у декарбонізації національних економічних систем та можливостях зниження загрози глобального потепління.

### ***1.2.1. Еволюція та передумови розвитку відновлювальної енергетики у світі***

Історично сектор ВЕ завжди був складовою енергетичного комплексу країн світу і охоплював до другої половини ХХ ст. переважно біомасу, зокрема, процеси спалювання деревини, відходів сільського та лісового господарства тощо. Навіть сьогодні, за оцінками (Ritchie and Roser, 2019), частка традиційних біопалив у загальному обсязі використовуваних у світі ВДЕ є найбільшою – 60–70%; при цьому характерним є застосування біопалив у країнах третього світу на побутові потреби: приготування їжі та опалення. Друге місце за поширеністю використання серед ВДЕ належить гідроенергії, розвиток якої став можливим після 1920 року, коли виробництво насосних станцій для гідротехнічних споруд набуло промислових масштабів (Ritchie and Roser, 2019).

***Зниження вартості енергії з ВДЕ.*** Крім традиційної біомаси та гідроенергії, наприкінці ХХ ст. – початку ХХІ ст. почали активно розвиватися такі напрями ВЕ, як сонячна, вітрова, геотермальна енергетика та сектор сучасних біопалив (біогаз, зокрема зі звалищ, полігонів твердих побутових відходів, стічних вод; біодизель; біоетанол; вирощування енергетич-

них культур тощо). Поштовхом для їх розгортання стало впровадження досягнень науково-технічного прогресу в галузі створення таких технологій, що обумовило їх значне здешевлення за останні десятиліття. Так, за 2009–2017 рр. середня розрахункова собівартість генерації електроенергії (levelized cost of electricity, LCOE) для фотоелектричних модулів (без трекінгових систем) зменшилася з 304 до 86 дол. США/МВт·год, тобто у більш ніж 3,5 рази. Середня LCOE для наземних вітрових електростанцій (ВЕС) за цей період знизилася з 93 до 67 дол. США/МВт·год, тобто на 27%. Щодо офшорних ВЕС, то протягом кількох попередніх років їх середня LCOE зростала внаслідок будівництва таких ВЕС все далі від берегів, проте починаючи з 2012 року вартість 1 МВт·год зменшилася на 44% до 124 дол. США (Global, 2018).

Таке падіння цін на електроенергію з окремих видів ВДЕ змінює співвідношення конкурентних позицій невідновлювальної енергетики та ВЕ на внутрішніх і міжнародних ринках. Зокрема, у 2017 році у США середня LCOE (без субсидій) для фотоелектричних модулів без трекінгових систем становила 54 дол. США/МВт·год, для наземних ВЕС – 51 дол. США/МВт·год проти LCOE для технологій спалювання природного газу – 49, вугілля – 66 та з використанням ядерного палива – 174 дол. США/МВт·год. Отже, вартість електроенергії, виробленої на основі «зелених» енерготехнологій, наближається, а в деяких випадках навіть нижча за вартість традиційної електроенергії (Global, 2018).

**Розвиток інвестицій у ВЕ.** Значні інвестиції у розвиток технологій сонячної та вітрової енергетики, що заохочувалися стимулювальними економічними політиками розвинених країн світу на початку ХХІ ст., обумовили найбільше здешевлення електроенергії, отриманої саме сонячними електростанціями (СЕС) та ВЕС. Чим більше коштів вкладалося в розбудову цих секторів ВЕ, чим більше потужностей СЕС та ВЕС інстальова-

лося, тим більше знижувалася вартість одиниці електроенергії й устаткування для її виробництва. Наприклад, якщо в 1976 році вартість сонячних модулів становила 66,1 дол. США/Вт за потужності об'єктів сонячної енергетики 0,32 МВт, то у 2016 році ці показники дорівнювали 0,62 дол. США/Вт та 291 тис. МВт відповідно. Отже, за 40 років вартість сонячних модулів знизилася майже в 106 разів при збільшенні обсягів їх встановленої потужності майже в 110 тис. разів. Це означає, що вартість сонячних модулів зменшувалася в середньому на 22% при кожному подвоєнні встановленої потужності СЕС (Ritchie and Roser, 2019).

Зазначені тенденції сприяють тому, що сьогодні кожний долар, інвестований у СЕС та ВЕС, дозволяє будувати енергооб'єкти більшої встановленої потужності і дешевше, ніж у попередні роки. Наприклад, у 2010 році середня вартість будівництва СЕС у домогосподарстві Німеччини становила 3,90 дол. США/Вт, тоді як через 7 років – у 2017 році – цей показник впав до 1,68 дол. США, тобто на 57%. В Австралії падіння цін було ще більш вражаючим: у 2010 році СЕС потужністю 4 кВт коштувала в середньому 6,40 дол. США/Вт, а у 2017 році ціни знизилися на 78% до 1,40 дол. США/Вт. У 2018 і 2019 році падіння цін тривало у зв'язку з нарощуванням промислових потужностей виробництва сонячних модулів (Global, 2018).

Загалом, інвестиційні потоки у світовий сектор ВЕ демонструють сталу тенденцію до зростання. Зокрема, за останнє десятиліття вони збільшилися з 177 млрд дол. США у 2008 році до 289 млрд дол. США у 2018 році, або на 63,3% (без урахування сектора великої гідроенергетики), дещо зменшившись порівняно з 2017 роком (326 млрд дол. США). Іншою відмінною рисою є те, що, як і у 2017, у 2018 році обсяг світових інвестицій у ВЕ майже втричі перевищив інвестиції в сектор невідновлювальної енергетики (новітні технології спалювання газу та вугілля) (Renewables, 2019). Крім того, починаючи з 2015 року примітною особливістю структури сві-

тових інвестицій у «зелену» енергетику є вкладення економіками, які розвиваються, більших коштів у розвиток ВЕ, аніж розвиненими країнами (рис. 1.8). Так, у 2015 році розвинені держави вклали 148 млрд дол. США (46,5% світових інвестицій у сектор ВЕ), що на 22,5 млрд дол. США менше порівняно з країнами, що розвиваються (170,5 млрд дол. США, або 53,5% усіх інвестицій у галузь), причому 71,1% інвестицій країн, що розвиваються, було забезпечено Китаєм. У 2018 році частка розвинених держав у структурі інвестицій у ВЕ становила 47,1% (136,1 млрд дол. США) порівняно з часткою 52,9% країн, що розвиваються (152,8 млрд дол. США, з яких 59,7% – частка Китаю) (Renewables, 2019).

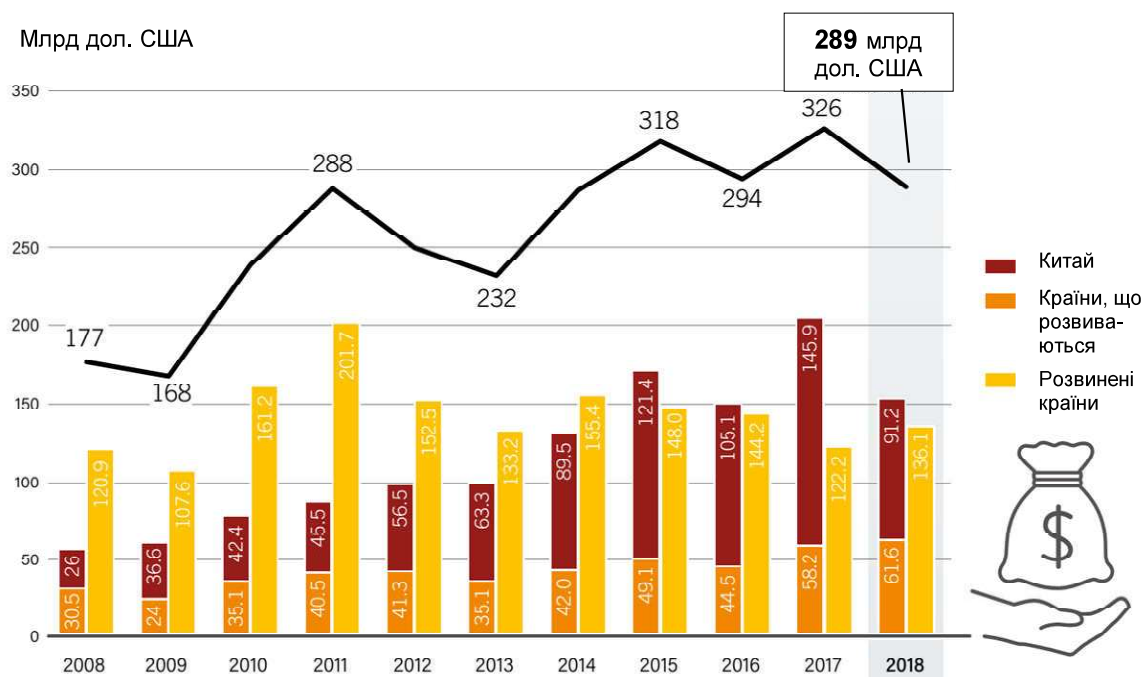


Рис. 1.8 – Динаміка нових світових інвестицій у розвиток ВЕ в розвинених країнах та таких, що розвиваються, у 2008–2018 рр. (Renewables, 2019)

Як випливає з наведених вище цифр, в останнє десятиліття беззаперечним лідером інвестування у ВЕ у світі є Китай (91,2 млрд дол. США у 2018 році), на другому місці – країни ЄС (61,2 млрд дол. США), на

третьому – США (48,5 млрд дол. США). У 2018 році 19 країн світу вклали в розвиток «зеленої» енергетики більш ніж 2 млрд дол. США кожна, серед яких уперше з'явилися Україна та В'єтнам (Renewables, 2019). Переважна частина інвестицій, у тому числі й у науково-прикладні розробки, останніми роками вкладається у розвиток сонячної (48%) та вітрової (46%) енергетики, що пояснює швидке здешевлення цих технологій на світових ринках (Global, 2018; Renewables, 2019).

Щодо України, то інвестиції є важливою передумовою розвитку вітчизняного сектору ВЕ. Активне економічне стимулювання розбудови «зеленої» енергетики в країні обумовило суттєве зростання інвестиційних вкладень у галузь, особливо в останні роки: 2,4 млрд дол. США у 2018 році, що у 15 (!) разів більше, ніж за 2017 рік (Динаміка, 2019). У першому кварталі 2019 року до вітчизняного сектору ВЕ вже надійшло більш ніж 830 млн дол. США інвестицій, і, за оцінками експертів, до кінця 2019 року ця сума становитиме близько 4,6 млрд дол. США (Вінокуров, 2019). Така жвава інвестиційна динаміка пояснюється запланованим урядом падінням ставок «зеленого» тарифу з початку 2020 року, тому інвестори поспішають вкласти свої кошти, щоб отримати більш високий тариф до 2030 року, гарантований державою.

**Економічне стимулювання розвитку ВЕ.** Економічне стимулювання є одним з ключових передумов і драйверів розвитку ВЕ у світі, а згаданий вище «зелений» тариф – один із його елементів. На кінець 2018 року практично всі країни світу застосовували комплекси інструментів для заохочення генерації та споживання «зеленої» енергії в різних секторах своїх економік (Renewables, 2019). Необхідність адміністративної й економічної підтримки світової галузі ВЕ обумовлюється тим, що, як зазначалося вище, вартість енергії, отриманої за технологіями ВЕ, у цілому все ще перевищує вартість традиційної енергії. Не останню роль у цьому відіграють субсидії,



що надаються урядами держав виробникам та споживачам енергії, виробленої з викопних палив. Вони знижують вартість традиційної енергії порівняно з відновлювальною, нівелюючи економічні та екологічні переваги останньої.

Ураховуючи схвалення світовою спільнотою Цілей сталого розвитку (Sustainable, 2019) та можливість досягнення деяких з них шляхом розбудови ВЕ, 169 країн станом на кінець 2018 року мали встановлені цілі розвитку «зеленої» енергетики, затверджені на національному, регіональному та локальному рівнях. Характерною особливістю більшості національних політик є формування «зелених» цілей саме для розвитку паливно-енергетичного сектора, і лише деякі уряди передбачили розвиток ВЕ у таких галузях, як транспорт та житлово-комунальне господарство, будівництво. У контексті зниження масштабів глобальної зміни клімату 54 країни застосовували економічні інструменти декарбонізації для стимулювання розбудови ВЕ, зокрема 27 різноманітних податків на CO<sub>2</sub> та 27 систем торгівлі викидами у 2018 році (Renewables, 2019). У табл. 1.1 подано інструменти, що застосовуються державами світу для заохочення розвитку ВЕ останніми роками.

Як випливає з таблиці, найпопулярнішим інструментом стимулювання розбудови ВЕ є запровадження «зелених» тарифів, тобто підвищених цін на закупівлю державою енергії, виробленої з ВДЕ. На другому місці – використання тендерних систем, у тому числі «зелених» аукціонів, що дозволяють створити конкурентне середовище для розвитку технологій ВЕ і зацікавити інвесторів у реалізації найбільш економічно ефективних проектів. Третє місце посідає встановлення стандартів використання біопалив, зважаючи на те що біомаса є важливим енергоджерелом для багатьох країн світу.

Таблиця 1.1

Основні інструменти, застосовувані державами світу для стимулювання розвитку ВЕ у 2017–2018 рр. (Renewables, 2019)

Вид інструментарію	Кількість країн, що застосовували інструментарій	
	2017 р.	2018 р.
Встановлення цілей розвитку ВЕ на національному, регіональному та локальному рівнях	179	169
Встановлення цілей щодо досягнення 100% відновлювальної енергії в кінцевому споживанні, транспорті, опаленні та кондиціонуванні	1	1
Встановлення цілей щодо досягнення 100% виробництва електроенергії з ВДЕ	57	65
Встановлення норм і стандартів теплоспоживання	19	18
Встановлення норм використання біопалив	70	70
Встановлення «зелених» тарифів	112	111
Встановлення квот на виробництво/споживання «зеленої» енергії	33	33
Застосування тендерних систем (у 2018 році)	29	48
Застосування тендерних систем (наростаючим підсумком)	84	98

Необхідно зазначити, що «зелені» тарифи є надзвичайно ефективними для запровадження в країнах, що тільки починають розбудовувати сектор ВЕ і прагнуть створити «критичну масу» «зелених» енергооб'єктів. Встановлення підвищених тарифів на електроенергію з ВДЕ, гарантованих державою, стимулює інвесторів вкладати кошти в проекти ВЕ для отримання великих прибутків. Водночас у міру зростання сектору відбувається посилення тиску фінансових виплат за «зеленим» тарифом на кінцевих споживачів електроенергії, що призводить до збільшення її середньозваженої ринкової ціни. Для уникнення негативного впливу підвищеного фінансового навантаження на цьому етапі розвитку ВЕ багато країн, насамперед розвинені, переходять до використання тендерних систем, які забезпечують мінімізацію витрат на виробництво електроенергії за різними технологіями ВЕ на конкурентній основі.

Україна сьогодні саме переживає етап такого переходу від щедрих «зелених» тарифів, що є найвищими в Європі (Renewable, 2018), до тендерних схем – «зелених» аукціонів, покликаних знизити необґрунтовано високі ціни на відновлювальну енергію і водночас забезпечити окупність інвестицій у проекти ВЕ. Причиною тому є те, що при частці ВДЕ в енергобалансі 1,9% у 2018 році її вартість через високі «зелені» тарифи становить майже 9% всього обороту національного ринку електроенергії («Зеленые», 2019). Крім «зелених» тарифів, у державі для досягнення встановлених загальнодержавних цілей розвитку ВЕ (Енергетична, 2017; Про затвердження, 2018; Про Національний, 2014) додатково застосовуються:

- заохочувальні надбавки до «зеленого» тарифу за дотримання рівня використання обладнання українського виробництва (Про ринок, 2019);
- податкові та митні пільги: звільнення від обкладення податком на додану вартість (ПДВ) операцій із ввезення на митну територію України устаткування, яке працює на ВДЕ, обладнання і матеріалів для виробництва альтернативних видів палива або виробництва енергії з ВДЕ, звільнення від сплати ввізного мита зазначеного устаткування, обладнання і матеріалів (Митний 2019; Податковий, 2019);
- пільгові фінансово-кредитні механізми: кредитні лінії ЄБРР для юридичних осіб та програма IQ Energy для домогосподарств, відкриті для фінансування проектів у сфері ВЕ (USELF, 2019; UKEEP, 2019; IQ energy, 2019);
- часткова компенсація витрат за кредитами на будівництво об'єктів ВЕ регіональними та місцевими органами влади (наприклад, Про Програму, 2015).

Водночас для розвитку ВЕ Україна не використовує квотування «зеленої» енергії, екологічні податки для зменшення викидів CO<sub>2</sub>, дуже повільно просувається робота із затвердження норм і стандартів викорис-

тання біопалив, теплової енергії та ін., що знижує результативність державного економічного стимулювання розвитку ВЕ.

### ***1.2.2. Результати розвитку ВЕ у світі та в Україні***

Як зазначалося вище, розвиток науково-технічного прогресу, здешевлення устаткування для об'єктів на ВДЕ, як і вартості виробництва одиниці «зеленої» енергії, стимулювальна політика держав світу у галузі ВЕ, формування сприятливого інвестиційного клімату обумовили активний розвиток новітніх технологій ВЕ, насамперед, сонячної та вітрової, а також геотермальної, сучасної біо- та малої гідроенергетики. Аналізуючи інтеграцію «зелених» технологій з традиційними в рамках зростання добробуту націй, необхідно вказати на таку цікаву особливість, що супроводжує ці процеси. Чим багатшою стає нація, тим більшою є її схильність до заміни традиційних біопалив (деревини, відходів сільського та лісового господарства) викопними паливами (нафтою, природним газом, вугіллям тощо) з метою отримання енергії при їх спалюванні на основі технологій індустріалізації. Проте в міру нарощування національного доходу та зростання глобальних екологічних загроз через збільшення викидів CO<sub>2</sub> від спалювання викопних палив відбувається переорієнтація багатих розвинених націй на застосування більш екологічно чистих технологій, що передбачають залучення новітніх видів ВДЕ. Остання тенденція є помітною сьогодні для таких країн, як Данія, Австрія та Швеція (Ritchie and Roser, 2019). Отже, з урахуванням цих особливостей розглянемо основні результати розвитку новітніх секторів ВЕ у світі та в Україні.

Протягом 2008–2018 рр. загальне виробництво і споживання «зеленої» енергії у світі зросло з 124,1 до 561,3 млн т нафтового еквіваленту (н.е.), тобто більш ніж у 4,5 рази. При цьому найбільша її частка у 2018 році споживалася країнами Організації економічного співробітництва та роз-

витку (ОЕСР) – 58,9%. У регіональному розрізі 30,7% виробництва і споживання припадало на Європу, 21,2% – на Північну Америку (США, Канада та Мексика) і 40,2% – на Азіатський і Тихоокеанський регіон, решта – на інші країни світу. Найбільш потужними виробниками і споживачами відновлювальної енергії у 2018 році були Китай (143,5 млн т н.е., або 25,6% світового виробництва і споживання) та США (103,8 млн т н.е., або 18,5%). Необхідно зазначити, що деякі країни світу значно підвищили річні темпи розбудови своїх секторів ВЕ у 2018 році порівняно з попередніми роками: зокрема, Мексика, Аргентина, Перу, Фінляндія, Норвегія, Іран, Єгипет, Індія, Пакистан, Тайвань, В'єтнам та Україна. Натомість негативна динаміка розвитку ВЕ мала місце в Польщі, Італії, Румунії, Швеції, Новій Зеландії, що було пов'язано з послабленням економічного стимулювання сектору. Цікаво, що частка України у світовому виробництві і споживанні «зеленої» енергії становила 0,1% у 2018 році, сягнувши 0,6 млн т н.е. в абсолютному вимірі, що практично дорівнює сукупному внеску країн Співдружності незалежних держав (Росії, Казахстану, Білорусі, Азербайджану та ін.). При цьому темпи зростання вітчизняного виробництва енергії з ВДЕ за 2017–2018 рр. становили 38,8% порівняно з 19,3% щорічного приросту протягом 2008–2017 рр. (ВР, 2019). Таке вагоме збільшення за останні роки пояснюється економічною політикою уряду країни, що передбачає зниження високих «зелених» тарифів у найближчому майбутньому, тому інвестори поспішають скористатися існуючими пільгами від продажу «зеленої» електроенергії вже сьогодні.

Аналізуючи зміну обсягів світового виробництва «зеленої» енергії у 2017–2018 рр. за видами ВДЕ, доцільно зазначити найбільший річний приріст сонячної генерації у 28,9% до 584,6 ТВт·год, що пояснюється суттєвим здешевленням цих технологій на ринку та політикою держав щодо заохочення енергогенерації саме з цього виду ВДЕ. На другому місці – віт-

рова енергетика зі щорічним приростом генерації 12,6% і обсягом 1270,0 ТВт·год у 2018 році (ВР, 2019). При цьому лише деякі країни надавали пріоритет розбудові сектору вітрової енергії порівняно з геліоенергетикою: Канада, Франція, Греція, Великобританія, Азербайджан, Росія, Казахстан, Таїланд, що підтверджується перевищенням темпів щорічного зростання виробництва енергії вітроенергетикою порівняно з сонячною у цих країнах. Отже, незважаючи на те що більше половини «зеленої» енергії у світі у 2018, як і в 2017 році, вироблялося ВЕС, пріоритетною тенденцією розвитку ВЕ є зростання генерації саме геліоенергетикою (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Встановлена потужність об'єктів ВЕ за секторами та видами ВДЕ у світі у 2017–2018 рр. (складено автором на основі (Renewables, 2019))

Вид ВДЕ	Рік				% приросту за 2018/2017 рр.
	2017	%	2018	%	
<i>Сектор виробництва електроенергії</i>					
Встановлена потужність об'єктів ВЕ у світі (з урахуванням гідроенергетики), ГВт	2197	100,0	2378	100,0	8,2
Встановлена потужність об'єктів гідроенергетики, ГВт	1112	50,6	1132	47,6	1,8
Встановлена потужність об'єктів вітроенергетики, ГВт	540	24,6	591	24,9	9,4
Встановлена потужність об'єктів сонячної енергетики, ГВт	405	18,4	505	21,2	24,7
Встановлена потужність об'єктів біоенергетики, ГВт	121	5,5	130	5,5	7,4
Встановлена потужність об'єктів геотермальної енергетики, ГВт	12,8	0,6	13,3	0,6	3,9
Встановлена потужність об'єктів на інших видах ВДЕ, ГВт	6,2	0,3	6,7	0,3	8,1
<i>Сектор виробництва теплової енергії</i>					
Встановлена потужність сонячних колекторів, ГВт	472	–	480	–	1,7
<i>Транспортний сектор</i>					
Річне виробництво біоетанолу, млрд л	104	72,6	112	73,2	7,7
Річне виробництво біодизелю, млрд л	39,2	27,4	41	26,8	4,6

У 2018 році світові потужності ВЕ збільшилися до 2378 ГВт, при цьому провідне місце в їх нарощуванні належало ВЕС та СЕС. Так, у 2018 році лише нових потужностей СЕС було введено на 100 ГВт (55% усіх доданих світових потужностей). На другому місці – вітрова енергетика з 28% зростання потужностей та на третьому – гідроенергетика (11%) (Renewables, 2019). Біо-, геотермальна енергетика та інші види ВДЕ зробили набагато менший внесок у розбудову потужностей ВЕ. Отже, провідними технологіями розвитку сектору залишалися вітрова і сонячна енергетика.

Загалом, частка сектора ВЕ становила більше третини всіх потужностей з виробництва енергії у світі (Renewables, 2019). Найбільший прогрес засвідчувався саме в секторі виробництва енергії, тоді як в інших галузях, таких, як тепlopостачання, кондиціонування та транспорт, розвиток технологій ВЕ був набагато повільнішим через незадовільну секторальну економічну політику урядів країн (див. табл. 1.1).

Незважаючи на те що новітні технології «зеленого» енерговиробництва задовольняли близько 10% світового попиту на опалення та кондиціонування у 2016 році при загальному споживанні 50% згенерованої у світі енергії на ці цілі, у 2017–2018 рр. збільшення частки ВДЕ у цьому секторі й надалі залишалось незначним. Крім того, у 2018 році лише 47 країн світу мали визначені цілі щодо розбудови ВЕ в процесах тепlopостачання та кондиціонування, а кількість держав, що сформували регуляторну політику в цьому секторі, знизилася з 21 до 20 (Renewables, 2019).

Аналогічна ситуація склалася з упровадженням технологій ВЕ в транспорті, де результативність їх застосування також є дуже низькою, незважаючи на зростання частки ВЕ на 3,3% у 2018 році порівняно з 2017 роком. Зазначений приріст був забезпечений завдяки розширенню використання рідких біопалив, проте потенціал електрифікації сектора на

базі «зелених» енерготехнологій все ще залишається нереалізованим. Крім того, уряди країн недостатньо уваги приділяють питанням виробництва й використання таких біопалив, як біоетанол та біодизель, що можуть бути з успіхом задіяні для процесів декарбонізації залізничного, морського, авіаційного та інших видів транспорту (Renewables, 2019).

**Сонячна енергетика.** Як зазначалося вище, геліоенергетика є провідним сектором ВЕ з погляду динаміки розвитку останніми роками. Приріст її встановлених потужностей становив 24,7% лише за 2017–2018 рр., що досягли 505 ГВт наприкінці 2018 року і зайняли більш ніж 20% у структурі світових потужностей ВЕ (див. табл. 1.2). Таке збільшення стало можливим завдяки активній політиці економічної підтримки урядами розбудови цієї галузі, особливо в країнах, що розвиваються, та Європі. Хоча в більшості держав сонячна енергетика все ще потребує підтримки, дедалі частіше з'являються приклади конкурентних систем сонячної генерації. Особливо це актуально для віддалених сільських та гірських районів, де вартість традиційного електропостачання зіставна або ж навіть перевищує витрати на виробництво сонячної електроенергії при створенні нових розподільчих мереж. Багато компаній видобувної і переробної промисловості сьогодні встановлюють СЕС, прагнучи забезпечити себе електроенергією для власних потреб.

У 2018 році щонайменше 32 країни в усіх куточках земної кулі мали встановлені потужності геліоенергетики не менше ніж 1 ГВт кожна. Найбільша питома вага генерації сонячної електроенергії засвідчується в Гондурасі (12,1% всього обсягу електрогенерації в країні), Італії та Греції (близько 8,2% – кожна) (Renewables, 2019). До провідних світових виробників енергії сонця належать Китай (177,5 ТВт·год, або 30,4% світової сонячної електрогенерації у 2018 році), США (97,1 ТВт·год, або 16,6%), Японія (71,7 ТВт·год, або 12,3%), Німеччина (46,2 ТВт·год, або 7,9%) та



Індія (30,7 ТВт·год, або 5,3%), які є одночасно країнами з найбільшою кількістю встановлених сонячних енергопотужностей (BP, 2019; Ritchie and Roser, 2019).

Необхідно зазначити, що зміни в політиці Китаю у 2018 році щодо обмеження внутрішнього попиту на сонячні модулі призвели до перенасичення глобального ринку цими товарами і вплинули на галузі, які їх виробляють, в інших країнах світу, посиливши конкуренцію на ринку. Проте, внаслідок падіння цін на обладнання для СЕС це сприяло подальшому збільшенню інвестицій у сектор сонячної енергетики в глобальному масштабі.

**Вітрова енергетика.** Незважаючи на те що встановлені потужності галузі у світі зростають повільніше, вітроенергетика залишається найбільшим виробником «зеленої» електроенергії. Перше місце у виробництві такої електроенергії у 2018 році належало Китаю (366,0 ТВт·год, або 28,8% світової вітрової електрогенерації), друге – США (277,7 ТВт·год, або 21,9%), третє – Німеччині (111,6 ТВт·год, або 8,9%), далі йшли Індія (60,3 ТВт·год, або 4,7%) і Великобританія (57,1 ТВт·год, або 4,5%). Цього року до світових потужностей ВЕС було додано 51 ГВт, або 9,4%, унаслідок чого сумарна енергопотужність сектора збільшилася до 591 ГВт, що відповідає частці у майже 25% усіх світових потужностей ВЕ. Щонайменше для 12 країн світу у 2018 році частка вітрової енергії у їхньому річному електробалансі становила 10% і більше (BP, 2019; Renewables, 2019).

За оцінками експертів, розвиток світового ринку вітру останніми роками був стабільним з тенденціями до падіння цін внаслідок поширення конкуренції та вдосконалення технологій енерговиробництва, а також зростання інтересу до офшорної вітроенергетики. Після рекордного 2017 року щодо виробництва вітрової електроенергії в Європі та Індії

обидва ринки скоротилися у 2018 році, але це скорочення було з надлишком компенсоване помітним зростанням галузі в кількох інших регіонах та країнах. Азія стала найбільшим регіональним ринком, що представляє сьогодні майже 52% доданої потужності. В офшорному сегменті сім країн Європи та дві в Азії збільшили потужності на 4,5 ГВт, чим спонукали інші країни до розбудови цього сектора вітроенергетики (Renewables, 2019).

Зниження цін на електроенергію, вироблену ВЕС, стимулює появу нових ринків для вітроенергетики. Водночас загострюються питання вдосконалення механізмів державної економічної підтримки галузі в контексті забезпечення конкурентоспроможності таких технологій, зокрема, переходу від «зелених» тарифів до застосування тендерних систем, що ставить нові виклики перед виробниками як енергії вітру, так і віротурбін. Іншими проблемами, що впливають на розвиток таких ринків, є обмеження потужності енергетичних мереж, високий ступінь їх централізації, орієнтація на енергію, отримувану з викопних палив. У прагненні вирішити ці питання в межах своїх повноважень виробники устаткування для ВЕС постійно вдосконалюють технології, підвищуючи їх ефективність та знижуючи тим самим LCOE вітрової енергії.

**Гідроенергетика.** Ця галузь, основу якої становить велика енергетика, як і раніше, залишається провідною у виробництві відновлювальної електроенергії. Технології гідроенергетики є достатньо зрілими й конкурентними на ринку, що дозволяє їй утримувати міцні позиції протягом багатьох десятиліть. Водночас останніми тенденціями розвитку сектора є зростання попиту на зберігання енергії та фізичне зношення більше 50% основних фондів галузі, що потребуватимуть модернізації та реконструкції найближчими роками. Крім того, невирішеними проблемами залишаються залежність гідроенергетики від мінливих погодних умов і реалізація можливостей залучення гідроенергетичних об'єктів до процесів регулювання ви-

робництва електроенергії СЕС і ВЕС. Загалом, зміна потужностей сектора у 2017–2018 рр. характеризується їх стабільним приростом за річного виробництва електроенергії 4193,1 ТВт·год. Лідером у створенні нових потужностей галузі, як і в багатьох інших секторах ВЕ, є Китай (більш ніж 35% нових установок у 2018 році), на другому місці – Бразилія, далі Пакистан та Туреччина, які втрьох додали більше 1 ГВт потужностей у 2018 році. За обсягами споживання енергії, отриманої за допомогою ГЕС, у 2018 році лідирували Китай (1202,4 ТВт·год, або 28,7% світового споживання), Бразилія (387,7 ТВт·год, або 9,2%), Канада (387,3 ТВт·год, або 9,2%), Росія (190,2 ТВт·год, або 4,5%) та Індія (139,7 ТВт·год, або 3,3%) (BP, 2019; Renewables, 2019).

**Геотермальна енергетика.** Через нерівномірний розподіл геотермальних джерел за регіонами світу розвиток цієї галузі відбувається досить повільно (на 3,9% за 2017–2018 рр.), і внесок у зростання її потужностей здійснюють переважно дві країни світу – Туреччина та Індонезія. До інших країн, які розвивають у себе геотермальну енергетику, належать: Хорватія, Ісландія, Кенія, Нова Зеландія, США, Мексика, Італія та ін. Виробіток геотермальної енергії у 2018 році досяг 630 ПДж, практично порівну розподілившись між електрикою і тепловою енергією, при цьому найбільш затребуваними є технології виробництва тепла із залученням геотермальної енергії на ринках Європи та Китаю (BP, 2019; Renewables, 2019; Ritchie and Roser, 2019).

**Біоенергетика.** Сектор сучасних біопалив (без урахування традиційного використання біомаси) забезпечує близько половини споживання всього обсягу «зеленої» енергії у світі та становить 5% загальносвітового енергоспоживання. Його питома вага в забезпеченні глобального виробництва тепла у 2017 році дорівнювала 5%, 3% – у транспорті та 2,1% – у виробництві електроенергії. При цьому щорічні темпи використання біо-

маси постійно зростають: на 9% в електроенергетиці, 7% – у транспорті та більш повільно (на 1,8%) у тепlopостачанні. У 2018 році завдяки потужній економічній політиці лідером у використанні біопалив для потреб опалення був ЄС, тоді як найбільшим виробником біоелектрики став Китай. У виробництві біопалива переважають США та Бразилія, які у 2018 році разом виробили 69% усіх біопалив (Renewables, 2018; Renewables, 2019; Ritchie and Roser, 2019).

**Зайнятість у секторі ВЕ.** Важливим результатом розвитку ВЕ є перетворення цієї галузі на зростаючого роботодавця у світі: у 2018 році вона забезпечувала робочими місцями 11 млн осіб порівняно з 10,3 млн у 2017 році та з 7,28 млн у 2012 році. Найбільше робочих місць у 2018 році було створено в сонячній енергетиці (3,6 млн), на другому місці – сектор рідких біопалив (2,06 млн), третє місце посіла гідроенергетика (без урахування великих ГЕС – 2,05 млн), четверта сходинка – у вітроенергетики (1,16 млн). За регіонами першість у зайнятості в секторі геліоенергетики належить Азії: більше 3 млн зайнятих, або 90% робочих місць галузі. Китай забезпечує 44% робітників вітрової енергетики робочими місцями, на другому місці серед роботодавців сектора – Німеччина та США. Бразилія та Індія також є країнами, що найбільш активно розширюють зайнятість у секторі ВЕ. Необхідно зазначити, що саме вплив економічного стимулювання розвитку сектору ВЕ в країнах світу забезпечує суттєве зростання «зеленої» зайнятості (Renewable, 2019). На тлі мільйонних робочих місць у країнах-лідерах у галузі ВЕ здобутки України виглядають дуже скромно: на кінець 2018 року в секторі енергетики, пов'язаному з виробництвом електричної енергії з ВДЕ, було зайнято лише 3060 робітників. Проте зростання зайнятості порівняно з попереднім роком становило 41,4%, що свідчить про досить динамічний розвиток вітчизняної ВЕ (Звіт, 2019).

У цілому, останніми роками разом з іншими факторами енергетичного розвитку розбудова ВЕ сприяла зниженню енергоємності світового ВВП. Зокрема, цей показник скоротився на 2,2% за 2012–2017 рр., тоді як протягом цього періоду глобальна економіка зростала втричі швидше, ніж попит на первинну енергію (Renewables, 2019). Проте викиди CO<sub>2</sub> та інших парникових газів у світі не зупинили свого зростання: у 2018 році вони підвищилися на 1,7% через зростання споживання викопних палив, що засвідчує необхідність подальшого просування «зелених» енерготехнологій у світовій економіці.

*Результати розвитку ВЕ в Україні.* Історія розбудови галузі «зеленої» енергетики в Україні налічує дещо більше 10 років і розпочалася у 2009 році, коли вперше в країні був введений «зелений» тариф для стимулювання будівництва об'єктів на ВДЕ, дотепер найвищий у Європі. Диференціація «зелених» тарифів за видами ВДЕ обумовила нерівномірний, але досить активний розвиток секторів ВЕ. Так, до 2013 року на ринку працювало більш ніж 100 компаній та було реалізовано 172 проекти ВЕ (Кримусь, 2019). У 2013 році в прагненні стимулювати розгортання власного виробництва устаткування для об'єктів ВЕ уряд ввів вимогу щодо розміру місцевої складової при створенні об'єктів електроенергетики на ВДЕ. Проте замість будівництва «зелених» електростанцій від українського виробника ринок ВЕ завмер в очікуванні законодавчих змін, оскільки вітчизняні технології ВЕ часто не витримували конкуренції із зарубіжними аналогами або взагалі були відсутні. 2014 рік приніс політичні та економічні кризи, військові конфлікти в Криму і на Донбасі, які негативно вплинули на розвиток ринку ВЕ, тим більше що понад третину потужностей сонячної енергетики країни було втрачено через окупацію Криму. У 2015 році вимога щодо місцевої складової була замінена на заохочувальну надбавку до «зеленого» тарифу, що на тлі певної стабілізації економічної ситуації в

країні сприяло поживленню на ринку ВЕ, зокрема й у секторі виробництва вітчизняного устаткування для об'єктів на ВДЕ. Сьогодні в «зелених» енергопроектах здебільшого використовують вироблені в Україні трансформатори, башти, гондоли, рами, металоконструкції під фотоелектричні модулі, поширюється практика застосування сонячних панелей українського походження (Кримусь, 2019). У зв'язку зі здешевленням технологій ВЕ у 2015 році «зелені» тарифи в Україні були переглянуті в бік зменшення, а з 2020 року для створення конкурентного середовища в галузі ВЕ замість «зелених» тарифів заплановано запровадження «зелених» аукціонів для проектів будівництва СЕС потужністю більш ніж 1 МВт та ВЕС потужністю більше 5 МВт (Про внесення, 2018). Переможці аукціонів матимуть можливість підписати 20-річний контракт на купівлю-продаж електроенергії, тоді як термін пільгового «зеленого» тарифу поширюється лише на наступні 11 років (до 31.12.202 р.). У такий спосіб планується забезпечити стабільність розвитку ВЕ в майбутньому та гарантувати інвесторам окупність їхніх коштів.

На рис. 1.9–1.11 наведено основні показники розвитку галузі ВЕ в Україні у 2013–2018 рр. Зазначимо, що на кінець 2018 року перше місце за встановленою потужністю посідають СЕС (65,6% потужностей ВЕ), друге – ВЕС (25,2%), далі йдуть малі гідро- (4,7%) та біоелектростанції (4,5%). Така структура потужностей зберігається протягом практично всіх останніх шести років, за винятком 2014 року, коли потужності вітроенергетики перевищили потужності сонячної енергетики через втрату Криму. Отже, структура галузі ВЕ України дещо відрізняється від середньосвітової, де з чотирьох зазначених секторів перше місце за потужністю належить вітроенергетиці (див. табл. 1.2). Однак тенденції розвитку вітчизняної ВЕ повторюють загальносвітові з пріоритетом розбудови саме сектора геоліоенергетики. Так, у 2018 році порівняно з 2017 роком встановлена по-

тужність СЕС України збільшилася на 646,4, ВЕС – 67,7 (тобто майже у 10 разів менше порівняно з СЕС), біоелектростанцій (біомаса/біогаз) – 24,4, мікро-, міні- та малих ГЕС – 4 МВт, разом підвищившись на 54% до 2117,2 МВт. Такий розподіл зростання потужностей пояснюється вищими «зеленими» тарифами для геліоустановок порівняно з іншими видами ВДЕ. У 2019 році нарощування потужностей ВЕ в Україні тривало й уже за перший квартал було введено 862 МВт нової енергопотужності, що на 16% більше, ніж за весь 2018 рік (Вінокуров, 2019).



Рис. 1.9 – Динаміка встановленої потужності виробників з ВДЕ за «зеленим» тарифом, МВт (Звіт, 2019)

За кількістю об'єктів на ВДЕ абсолютна першість у 2018 році належала, як і щодо встановленої потужності, СЕС (356 об'єктів), друге місце посіли малі ГЕС (149 об'єктів), третє – біоелектростанції (43 об'єкти). Найменша кількість об'єктів була характерна для вітроенергетики, проте вона компенсувалася достатньо великими потужностями. Порівняно з 2017 роком найбільші темпи приросту об'єктів на ВДЕ у 2018 році демонстрували СЕС (в 1,84 рази), далі йшли біоелектростанції (у 1,6 рази) та ВЕС (у 1,55 рази) і на останньому місці – малі ГЕС з приростом лише 8,7%.

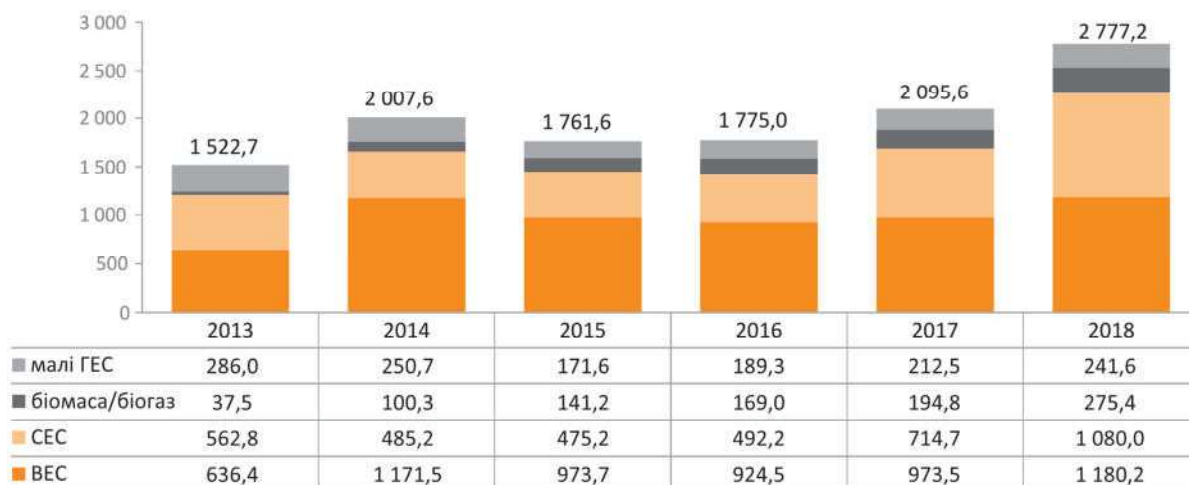


Рис. 1.10 – Динаміка корисного відпуску електроенергії виробниками з ВДЕ, млн кВт·год (Звіт, 2019)

Необхідно зазначити, що до 2016 року кількість біоелектростанцій в Україні традиційно перевищувала кількість СЕС, проте починаючи з 2016 року прагнення інвесторів встигнути отримати підвищені «зелені» тарифи для СЕС, чергове зниження яких заплановане на 2020 рік, сприяли активному будівництву великої кількості нових об'єктів геліоенергетики.

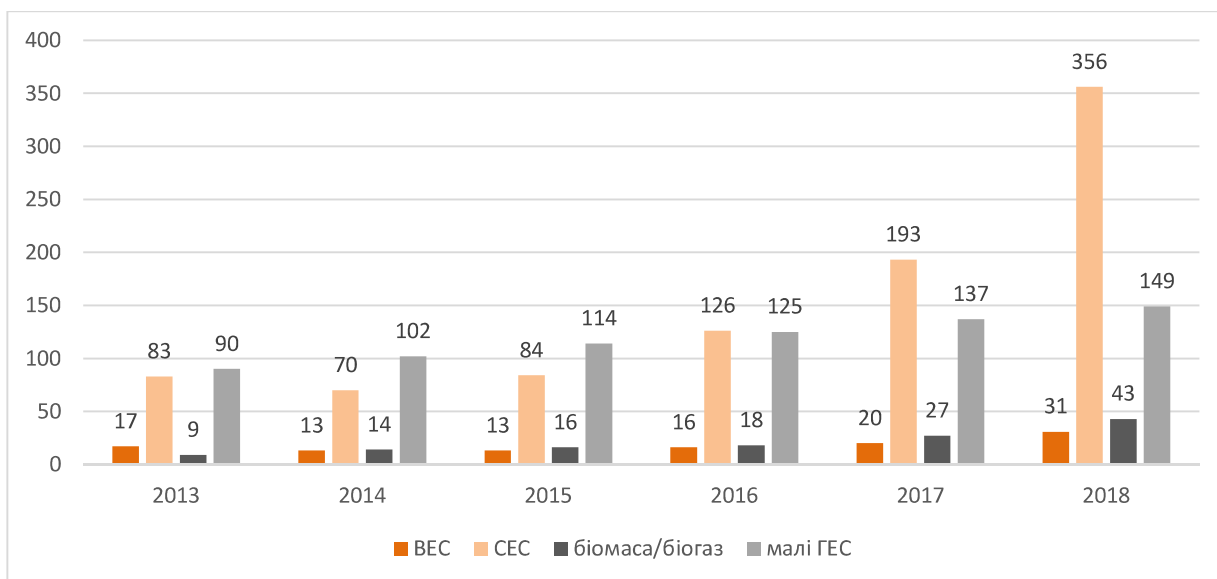


Рис. 1.11 – Динаміка кількості об'єктів електроенергетики, що виробляють електричну енергію з ВДЕ (Звіт, 2019)



Виробництво «зеленої» електроенергії за 2018 рік порівняно з 2017 роком збільшилося на 691 млн кВт·год (на 33%) та становило 2777,3 млн кВт·год, або 1,9% загальних обсягів виробництва електроенергії в країні (Звіт, 2019). Незважаючи на розбудову переважно геліоенергетики останніми роками, найбільша частка виробництва «зеленої» електроенергії протягом періоду, що розглядається, забезпечується в країні вітроелектростанціями. Так, у 2018 році їх питома вага становила 42,5% виробництва електроенергії сектором ВЕ, на другому місці – сонячні електростанції з показником 38,9%, на третьому – біоелектростанції (9,9%). Отже, результативність сонячної енергетики в країні поки що поступається вітроенергетиці.

Характерною рисою ринку ВЕ в Україні до 2014 року була його фактична монополізація компанією Activ Solar з обмеженнями для входу на ринок інших гравців. У 2015 році обмеження були зняті і ринок поповнився новими учасниками: CNBM New Energy Engineering Co (Китай), VR Capital Group (США), ДТЕК і ICU (Україна) та ін. (Напруга, 2019). Водночас найбільша частка «зелених» енергопотужностей сьогодні належить компанії ДТЕК Ріната Ахметова. За даними (Звіт, 2019) у 2018 році від Топ-50 найбільших об'єктів електроенергетики, які виробляють електричну енергію з ВДЕ та яким встановлено «зелений» тариф, об'єднаний ринок електроенергії отримав 2,2 млрд кВт·год на загальну суму 10,5 млрд грн, що становить близько 80% усієї електроенергії, виробленої з ВДЕ. Середньозважений «зелений» тариф для Топ-50 найбільших виробників дорівнював 4,87 грн/кВт·год (без ПДВ).

Ще однією сучасною особливістю вітчизняного ринку ВЕ є активна розбудова сектора сонячної електроенергетики домогосподарствами, які у 2015 році отримали право виробляти й продавати електроенергію за «зеленим» тарифом. Крім домашніх СЕС, у 2017 році «зелені» тарифи для

фізичних осіб були розповсюджені на ВЕС, проте їх розбудова відбувається дуже повільно, зважаючи на менші ставки «зелених» тарифів порівняно з СЕС та особливості будівництва. Натомість лише за 2018 рік встановлена потужність СЕС домогосподарств зросла з 51,0 до 157,0 МВт, або більш ніж у 3 рази та більш ніж у 71 раз порівняно з 2015 роком. При цьому кількість домашніх СЕС збільшилася за 2015–2018 рр. у 30,5 разів, або з 244 до 7450. Однак, ураховуючи невеликі потужності СЕС домогосподарств, їх частка у виробництві «зеленої» електроенергії в країні сьогодні залишається мізерною.

За даними (Альтернативна, 2019), потенціал подальшого розвитку ВЕ в Україні є значним. Так, територіально більш доцільним є розташування об'єктів сонячної енергетики переважно в південних та східних регіонах унаслідок більш сприятливих кліматичних умов, хоча навіть північні регіони можуть забезпечити прибуткову реалізацію проектів геліоенергетики. Зауважимо, що максимально ефективне використання фотоелектричного обладнання забезпечується з квітня по жовтень, тобто сім місяців на рік. Потенціал використання ВЕС є найбільшим на узбережжі Чорного та Азовського морів, у гірських районах Криму, на території Карпатських гір, Одеської, Херсонської та Миколаївської областей.

Мікро-, міні- та малі ГЕС можуть становити основу енергозабезпечення всіх регіонів Західної України, а для деяких районів Закарпатської та Чернівецької областей – стати навіть джерелом повного енергозабезпечення. Проте, сьогодні потенціал гідроенергетики в країні використовуються на 60%, здебільшого за рахунок Дніпровського каскаду та інших великих ГЕС (Альтернативна, 2019).

Застосування резервів геотермальної енергії в Україні поки що суттєво обмежується застосовуваними технологіями, які спрямовані переважно на використання термальних вод. Великі запаси останніх виявлено

на території Чернігівської, Полтавської, Харківської, Луганської та Сумської областей. Практичне освоєння термальних вод в Україні здійснювалося також до 2014 року в Криму, де було споруджено 11 геотермальних циркуляційних систем, які відповідають сучасним технологіям видобування геотермального тепла землі.

Біоенергетика в Україні потенційно може стати одним із стратегічних напрямів розвитку ВЕ, проте темпи її розбудови значно відстають від європейських. Щорічно в Україні для виробництва енергії використовується близько 2 млн т умовного палива (у.п.) біомаси різних видів, з них на деревину припадає найвищий відсоток використання економічно доцільного потенціалу – 80%, тоді як для інших видів біомаси (за винятком лушпиння соняшнику) цей показник на порядок нижче. Найменш активно (на рівні 1%) реалізується енергетичний потенціал соломи зернових культур та ріпаку (Альтернативна, 2019).

Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси в Україні становить 18 млн т н.е., що еквівалентно щорічній економії природного газу обсягом близько 22 млрд м<sup>3</sup>. Найбільші резерви твердої біомаси зосереджені в Полтавській, Дніпропетровській, Вінницькій та Кіровоградській областях і становлять більш ніж 1,0 млн т н.е./рік. Щорічно в країні заготовляється 16–17 млн м<sup>3</sup> ділової деревини, при цьому відходи переробки деревини становлять близько 60%, з яких майже 70% у вигляді тирси, трісок, пелет і брикетів використовується як біопаливо. Потенціал рідких біопалив (біоетанолу і біодизелю) становить 1 млн т н.е., або 1,2 млрд м<sup>3</sup> щорічної економії природного газу і зосереджений переважно у Вінницькій та Полтавській областях (більш ніж 90 тис. т н.е./рік). Найбільші резерви біогазу мають Дніпропетровська, Донецька та Київська області – більш ніж 150 тис. т н.е./рік (Альтернативна, 2019).

Подальша реалізація зазначеного потенціалу різних видів ВДЕ в Україні залежатиме від того, наскільки своєчасно та ефективно уряд буде вирішувати проблеми, що перешкоджають сучасному розвитку ринку ВЕ, обумовлені як внутрішніми факторами, так і загальносвітовими тенденціями.

### **1.3. Проблеми розвитку відновлювальної енергетики в Україні та світі і шляхи їх подолання<sup>2</sup>**

*Сотник І. М., Галиця І. О., Косарева Т. В.*

На шляху розбудови ВЕ у світі, як і в Україні, постає багато перешкод, зумовлених як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами.

До об'єктивних необхідно віднести повільний прогрес у вдосконаленні «зелених» енерготехнологій, який поки що не дає можливості створити виробництво енергії з використанням ВДЕ, конкурентоспроможних з усіма традиційними технологіями, що застосовують викопні палива. Крім того, бракує ефективних технологій, які забезпечують зберігання енергії, виробленої з ВДЕ, через нерівномірність її генерації та залежність від погодних умов.

До суб'єктивних причин належать:

– популістські політики урядів щодо субсидування цін на викопні палива, які нівелюють екологічні переваги енергії з ВДЕ, роблячи її дорожчою за традиційну. Так, глобальні субсидії для викопних палив підвищилися на 11% у 2018 році порівняно з 2017 роком (Renewables, 2019). У бюджеті України на 2019 рік закладено 1,87 млрд дол США на адресні субси-

---

<sup>2</sup> Публікація підготовлена в рамках виконання науково-дослідних робіт «Організаційно-економічні механізми стимулювання розвитку відновлювальної енергетики України» (№ 0117U002254) та «Модель системи управління ефективністю та прогнозування використання електричної енергії» (№ 0118U003583) за рахунок бюджетних коштів Міністерства освіти і науки України.

Наукове видання

**Енергоефективність та відновлювальна енергетика в Україні:  
проблеми управління**

Монографія

Директор видавництва Р.В. Кочубей.  
Головний редактор В.І. Кочубей.  
Художнє оформлення Ю.М.Завдов'єва  
Комп'ютерна верстка Ю.М.Завдов'єва

Підписано до друку 19.11.2019.  
Формат 60x84  $\frac{1}{16}$ . Папір офсетний.  
Ум. друк. арк. 14,4. Обл.-вид. арк. 14,2.  
Замовлення № Д19-11/23.

Відділ реалізації. Тел.: (067) 542-08-01. E-mail: info@book.sumy.ua  
ПФ «Видавництво “Університетська книга”»  
40000, м. Суми, Покровська площа, 6  
Тел.: (0542) 65-75-85. E-mail: publish@book.sumy.ua  
www.book.sumy.ua, newlearning.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5966 від 24.01.2018

Віддруковано на обладнанні  
ПФ «Видавництво “Університетська книга”»