

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

15.01 – КМР.1537 «С» 2020.10.22.11.ПЗ

Мисника Миколи Валерійовича

НУБІП України

2021

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 004.97:538.439.5:620.5
ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан факультету Завідувач кафедри
інформаційних технологій економічної кібернетики

д.п.н., проф. _____ О.Г.Глазунова

д.е.н., проф. _____ Д.М.Жерліцин

« _____ » 2021 р. « _____ » 2021 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

на тему
**Моделювання ринку відновлювальною
енергетики в Україні**

Спеціальність 051
Освітня програма
Програма підготовки

«Економіка»
«Економічна кібернетика»
освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Виконав: _____ (науковий ступінь та вчене звання) _____ (підпис) _____ (ПІБ)
М.В. Мисник

Керівник магістерської
роботи, к.ф-м.н, доц.

_____ Т.В. Коваль

КИЇВ – 2021

РЕФЕРАТ

Тема: «Моделювання ринку відновлювальної енергетики в Україні»

Дана робота складається з вступу, трьох розділів, які поділяються на підрозділи, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 117 сторінок. Робота містить 18 таблиць, 12 рисунків. Список використаних джерел налічує 64 найменувань.

Метою даної роботи є проведення аналізу та подальшого прогнозування ринку відновлювальної енергії у світі.

Об'єктом дослідження є процес розвитку та використання відновлювальних джерел енергії в світовій економіці

Предмет – економічні аспекти розвитку і використання відновлювальних джерел енергії в світі.

В рамках проведеного дослідження автор використовував метод системного аналізу, статистичний і математичний методи, методи порівнянь і аналогій, експертних оцінок.

Методи дослідження. В економічному аналізі процесів у світовій енергетиці використовувався метод багатофакторного аналізу, що дало можливість глибше оцінити і порівняти тенденції у сфері відновлюваних джерел енергії. Застосування цього методу дало можливість створити ряд узагальнених і структурних схем. У роботі також застосовувався метод класифікації, що дозволило класифікувати основні складові практики економічного регулювання розвитку відновлювальних джерел енергії відповідно до ряду критеріїв.

ABSTRACT

Topic: "Modeling the renewable energy market in Ukraine"

This work consists of an introduction, three sections, which are divided into sections, conclusions, a list of sources used. The total volume of the work is 117 pages.

The work contains 18 tables, 12 figures. The list of used sources includes 64 items.

The purpose of this work is to analyze and further forecast the renewable energy market in the world.

The object of research is the process of development and use of renewable energy sources in the world economy.

Subject - economic aspects of development and use of renewable energy sources in the world. In the study, the author used the method of systems analysis, statistical and mathematical methods, methods of comparisons and analogies, expert assessments. Research methods.

The method of multifactor analysis was used in the economic analysis of processes in world energy, which made it possible to more deeply assess and compare trends in the field of renewable energy sources. The application of this method made it possible to create a number of generalized and structural schemes. The paper also used the method of classification, which allowed to classify the main components of the practice of economic regulation of the development of renewable energy sources according to a number of criteria.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Завідувач кафедри
економічної кібернетики
д.е.н., проф. Д.М.Жерліцин
«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ
до виконання магістерської кваліфікаційної роботи
студенту Миснику Миколі Валерійовичу

Спеціальність 051 «Економіка»
Освітня програма «Економічна кібернетика»
Програма підготовки освітньо-професійна

1. Тема роботи: «**Моделювання ринку відновлювальною енергетики в Україні**»

Затверджена наказом ректора від 22.10.2020 № 1537 - С

2. Термін подання завершеної роботи на кафедру – 25.11.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: Державна служба статистики України.

4. Перелік графічного матеріалу:..

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають дослідженню в роботі):

6. Дата отримання завдання – 26.12.2020 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи –

к.ф-м.н, доц. _____ Т.В. Коваль

Завдання прийняв до виконання _____ М.В. Мисник

ЗМІСТ

НУБІП України

ВСТУП

6

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ

ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У СВІТІ 10

1.1. Сутність та особливості розвитку відновлювальних джерел енергії 10

1.2. Класифікація відновлюваних джерел енергії 13

1.3. Переваги та обмеження використання відновлюваних джерел енергії 22

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, МОДЕЛЮВАННЯ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У СВІТІ 32

2.1. Тенденції у формуванні ефективної інфраструктури міжнародного ринку відновлюваних джерел енергії 32

2.2. Аналіз світового ринку з відновлюваних джерел енергії в Україні 38

2.3. Економічна оцінка відновлюваних джерел енергії 46

2.4. Моделювання та прогнозування ринку відновлювальних джерел 59

РОЗДІЛ 3. РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ

ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ 70

3.1. Аналіз та оцінка програм розвитку відновлюваних джерел енергії 70

3.2. Оцінка ефективності розробок і впровадження відновлювальних джерел енергії 85

3.3. Перспективи розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні 95

ВИСНОВКИ 108

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 111

НУБІП України

ВСТУП

Актуальність теми. Основним завданням сучасної енергетики є пошук надійного, якісного, дешевого і екологічно чистого альтернативного джерела енергії. Це обумовлено тим, що ресурси традиційних джерел енергії значно вичерпані і, як правило, розташовуються в природі нерівномірно, наприклад: річки, поклади газу або вугілля. Це викликає необхідність транспортувати енергію або енергоносії на величезні відстані і супроводжується величезними витратами.

Однак в навколишньому світі існує величезна кількість джерел енергії: одні з них освоєні і ефективно використовуються, інші – тільки досліджуються або впроваджуються в енергетику.

В даний час все більшу увагу світова спільнота приділяє розвитку альтернативної енергетики, причому активним впровадженням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) тепер займаються не тільки розвинені, але і країни, що розвиваються.

Одним з лідерів у виробництві та використанні «зеленої» енергетики залишаються США. Сполучені Штати є піонерами в застосуванні відновлюваних джерел енергії. Перші вітряні електростанції створювалися в аграрних районах країни на початку ХХ століття, а гідроелектростанції почали з'являтися ще в кінці ХІХ століття.

Однак існують певні економічні проблеми на шляху розвитку і використання відновлюваних джерел енергії в світі. Найбільш значними серед них є високі початкові інвестиції в їх розробку і впровадження, а також складність при визначенні додаткового фінансово-економічного ефекту від використання відновлюваної енергетики (наприклад, ефект від збереження запасів традиційних енергоресурсів у надрах, реальний економічний внесок у соціально-економічний розвиток та ін.).

Слід зазначити, що запаси викопного палива в світі дуже нерівномірно розподілені. Глобальна і регіональна обмеженість ресурсів створює загрозу

енергетичній безпеці країн і ставить проблему надійності поставок палива. Загострюються і політичні ризики. В результаті деякі енергоспоживаючі країни знаходяться в критичній залежності від паливного імпорту і, як наслідок, від політичної обстановки в країнах – постачальниках і транзитерах. Грунтуючись

на постійних місцевих або регіональних ресурсах, відновлювана енергетика набагато більш автономна і відносно надійна. Крім того, її розвиток сприяє диверсифікації поставок енергії, що збільшує енергетичну забезпеченість відповідних регіонів.

Теоретичне дослідження даних проблем і вироблення науково-практичних заходів щодо їх реалізації є досить актуальним завданням, що має важливе значення для розвитку національної економіки і вирішення нагальних соціальних проблем громадян.

Вагомий внесок у розробку теоретико-методичних засад вивчення та аналізу проблеми впровадження альтернативних джерел енергії зробили А. К. Зайцева, Г. А. Арістов, Б. Б. Кажинський, А. Уейр, Дж. Твайделл. Дослідженням проблем розвитку відновлюваної енергетики займалися такі вчені, як Є. М. Борщук, А. А. Долінський, В. А. Ільєсов, Л. Л. Товажнянський та багато інших.

Окремі питання альтернативної енергетики різних країн світу у своїх роботах розглядали такі вчені як Р. М. Буквич, Г. Г. Гелєтуха, П. П. Кучерук, Е. Н. Олейник, А. В. Трибой, І. В. Замула, А. В. Кирейцева. Крім того у своїх публікаціях у інтернет-ЗМІ питання розвитку альтернативної енергетики освічували В. Скрипін та О. Камчатська.

Метою даної роботи є проведення аналізу та подальшого прогнозування ринку відновлювальної енергії у світі.

Для реалізації даної мети в роботі ставляться і вирішуються наступні завдання:

1. Вивчення сутності та особливостей розвитку відновлювальних джерел енергії
2. Наведення класифікації відновлюваних джерел енергії

3. З'ясування переваг та обмежень використання відновлюваних джерел енергії.

4. Визначення тенденцій у формуванні ефективної інфраструктури міжнародного ринку відновлюваних джерел енергії.

5. Проведення аналізу світового ринку з відновлюваних джерел енергії.

6. Проведення економічного оцінювання використання відновлюваних джерел енергії.

7. Оцінювання програм розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні.

8. Обґрунтування ефективності розробок і впровадження відновлювальних джерел енергії в нашій країні.

9. Визначення перспектив розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні.

Об'єктом дослідження є процес розвитку та використання відновлювальних джерел енергії в світовій економіці.

Предмет – економічні аспекти розвитку і використання відновлювальних джерел енергії в світі.

В рамках проведеного дослідження автор використовував метод системного аналізу, статистичний і математичний методи, методи порівнянь і аналогій, експертних оцінок.

Методи дослідження. В економічному аналізі процесів у світовій енергетиці використовувався метод багатофакторного аналізу, що дало можливість глибше оцінити і порівняти тенденції у сфері відновлюваних джерел енергії. Застосування цього методу дало можливість створити ряд загальнених і структурних схем. У роботі також застосовувався метод класифікації, що дозволило класифікувати основні складові практики економічного регулювання розвитку відновлювальних джерел енергії відповідно до ряду критеріїв.

Наукова новизна дослідження. В ході написання роботи було визначено, що використання відновлюваних джерел енергії у світі продовжуватиме зростати з урахуванням ресурсних, технологічних, екологічних, економічних та політичних чинників; доведено, що розвиток відновлюваних джерел енергії

пов'язаний з певними економічними та екологічними ризиками і проблемами, в тому числі пов'язаними зі світовими цінами на нафту; систематизовано основні складові практики економічного регулювання розвитку відновлюваних джерел

енергії, що дозволяє глибше вивчити основні проблеми та перспективи відновлюваної енергетики в світі, а також створити цілісну картину її регулювання; сформульовано необхідність і доцільність використання відновлюваних джерел енергії в Україні з урахуванням аналізу світового досвіду.

Практична значимість роботи та її висновки можуть бути використані державними органами, такими як Міністерство економічного розвитку, Міністерство промисловості і торгівлі, Міністерство енергетики при реалізації зовнішньоекономічної політики, при виробленні стратегій зміцнення конкурентоспроможності України в умовах глобалізації, в розробці нових програм розвитку відновлюваних джерел енергії і трансформації вже існуючих

програм, при визначенні енергетичної стратегії і політики України. Дане дослідження може бути корисно українським і міжнародним організаціям, що здійснюють діяльність в області ПЕК, може використовуватися в освітній і дослідницькій сферах: в лекційних курсах вузів і в наукових розробках спеціалізованих НДІ.

Структура та обсяг роботи. Дана робота складається з вступу, трьох розділів, які поділяються на підрозділи, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 117 сторінок. Робота містить 18 таблиць, 12 рисунків. Список використаних джерел налічує 64 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У СВІТІ

1.1. Сутність та особливості розвитку відновлювальних джерел енергії

Серед глобальних проблем початку XXI століття особливо виділяється проблема забезпеченості світової економіки енергоресурсами. Світова енергетика знаходиться на роздоріжжі. Економіка вимагає все більше енергії, а запаси викопного палива, на якому заснована традиційна енергетика, з кожним роком стають все більш обмеженими. Вичерпність ресурсів, зростаючі темпи виснаження старих родовищ і постійне збільшення витрат на облаштування нових – все це відбивається на вартості вуглеводнів. У зв'язку з цим особливої уваги заслуговує дослідження світових ринків нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Не поленюється тим, що вони, по-перше, менш вивчені, а по-друге, більш перспективні в порівнянні з традиційними ВДЕ. Крім того, створення нових ринків товарів і послуг сфери відновлюваних джерел енергії, проведення науково-дослідних робіт з метою максимального використання власного потенціалу країн дає можливість ефективно вирішувати завдання розвитку національної економіки.

У сучасному світі, який динамічно розвивається і глобалізується, однією з пріоритетних і ключових проблем як окремих держав, так і їх союзів, є проблема енергетичних ресурсів. Оскільки будь-які сучасні технічні системи засновані на споживанні енергії, енергетичні ресурси мають як економічне, так правове і політичне значення. Сьогодні розвиток сучасної економіки немисливо без споживання колосального обсягу енергії. Ця енергозалежність сучасних економічних систем розвинених і країн, які розвиваються, актуалізувала таку складну і багатогранну проблему, як розвиток і аналіз енергетичного ринку.

Енергія є одним з основних джерел підтримки життєдіяльності і забезпечення все зростаючих потреб людини. Головним традиційним джерелом теплоти є органічне паливо (вугілля нафта і природний газ). З цих трьох видів

викопного палива найбільш великі запаси вугілля, істотно менше запаси природного газу і ще менше запаси нафти. Точно оцінити величину запасів кожного виду органічного палива досить складно. Це пов'язано з тим, що не всі

регіони світу досить вивчені з точки зору наявності цих запасів, а також у

багатьох випадках початкові оцінки істотно відрізняються від результатів

детального вивчення. Крім того, використання нових технологій дозволяє вести

промислову розробку родовищ, які раніше вважалися не перспективними. Таким

прикладом можуть бути сланцевий газ і сланцева нафта. На перспективи

видобутку також впливає і вартість енергоресурсів, тому що деякі з них

видобуваються у важкодоступних і необжитих регіонах.

В нинішній час ми стикаємося з проблемою енергетичної кризи, яка тягне за собою ряд інших екологічних та економічних проблем. Протягом багатьох

років використання різних видів енергії в світі збільшується стрімкими темпами.

Вчені оцінюють запаси вугілля в світі приблизно на 350 років, газу на 60 років, а нафта, на їхню думку, може закінчитися вже через 40 років [16].

На рубежі XXI століття енергетичний баланс світу складався наступним чином:

- викопні палива – 85%;
- атомна енергія – 6%;
- поновлювані джерела енергії – 8%.

Щорічний економічний збиток від спалювання викопних палив у світі оцінюється експертами в \$1700 млрд [1].

У кінці 2010 року зусилля світової спільноти з розвідки нових родовищ вуглеводнів і певні досягнення науки і техніки, використовувані в традиційній енергетиці, дозволили консолідувати світові розвідані запаси нафти і газу. Разом

з тим доступні запаси вугілля були істотно переглянуті в бік зменшення. Слід

зазначити, що багато Поточні оцінки світових викопних енергоресурсів значно розходяться через відмінності методик підрахунків.

Приріст запасів нафти з 1999 по 2009 рр. склав майже 40 млрд. т, а за наступне десятиліття 2009-2019 рр. ще більше – 48 млрд. т. Зростання запасів

газу дещо сповільнилося – з 33,4 млрд. т н. е. в 1999-2009 рр. до 27 млрд. т н. е. в 2009-2019 рр. Що стосується запасів вугілля, то оцінка їх послідовно знижувалася в абсолютному вираженні – на 55 млрд. т в 1999-2009 рр. І ще на 93 млрд. т за подальше десятиліття 2009-2019 рр. (табл. 1.1).

Таблиця 1.1
Світові розвідані запаси вуглеводнів у 1999-2019 рр.

Паливо	На кінець 1999 р.	На кінець 2009 р.	На кінець 2019 р.	На кінець 2020 р.	Забезпеченість видобутку запасами на кінець 2020 року, кількість років*
Нафта (млрд. т)	142,1	182,0	230,1	230,2	53
Газ (млрд. т н. е.)	106,5	140,2	166,8	167,1	55
Вугілля (млрд. т)	1039,1	984,4	860,9	891,5	113

* Забезпеченість видобутку запасами отримують діленням поточних запасів на кінець будь-якого року на видобуток в цьому році (при існуючій технічній оснащеності).

Джерело: складено автором за [61]

До 2025 р. європейські країни планують забезпечити екологічно чисте теплопостачання у 70% житлового фонду. Також країни ЄС мають намір до 2030 р. на 50% забезпечуватися енергією за рахунок відновлюваних джерел.

Різкий стрибок цін на енергоносії на початку XXI століття пояснюється обмеженістю запасів викопного палива. Таким чином, зростає роль використання відновлювальних і поновлюваних джерел енергії.

Вперше за 60 років обліку світових джерел енергії статистичний щорічник «ВР» у 2011 році виділив в окрему категорію відновлювані джерела енергії, що свідчить про збільшену значимість цих енергоресурсів.

Відновлювані джерела енергії – це енергоресурси постійно існуючих природних процесів на планеті, а також формуючих продуктів життєдіяльності біопенозів рослинного і тваринного походження. Характерною особливістю ВДЕ є їх невичерпність або здатність відновлювати свій потенціал за короткий час – в межах терміну життя одного покоління людей. Це сукупність технологій,

процесів та інженерних рішень, в процесі виробництва, будівництва, проектування та підготовки до експлуатації яких не було завдано жодної шкоди навколишньому середовищу, або цей збиток був мінімальним і максимально швидко утилізований навколишнім середовищем, при цьому не завдавши шкоди здоров'ю живим організмам і середовищу їх проживання, а також людині. При експлуатації таких джерел енергії упор робиться виключно на екологічну безпеку, в атмосферу не виділяється абсолютно ніяких токсичних речовин, їх експлуатація не заважає природному ходу подій в природі [55].

Комплексне використання різноманітних видів відновлювальної енергетики є частиною державної енергетичної політики і веде до зниження енергозалежності країни.

1.2. Класифікація відновлюваних джерел енергії

Вичерпність традиційних джерел енергії зумовило звернути увагу на збільшення використання відновлювальних джерел енергії, які в законодавстві багатьох країн кваліфікуються як альтернативні джерела з огляду на те, що вони є заміником (альтернативою) найбільш використовуваних, проте обмежених традиційних джерел енергії. Визначення проблем і вирішення завдань, пов'язаних з використанням різних видів та груп енергетичних ресурсів, насамперед потребує чіткості в їх розмежуванні та класифікації.

Види енергії можна виділяти на основі різних класифікаційних критеріїв.

Важливим є розподіл енергії на первинну і вторинну. До первинної відноситься енергія, яка безпосередньо існує в природі, а до вторинної – енергія, що отримується людиною після перетворення первинного джерела енергії на спеціальних установках [7, с. 5].

Одним із найпоширеніших критеріїв класифікації енергетичних ресурсів є їх відновлюваність, тобто можливість чи здатність збільшення кількості ресурсу або ж поновлення обсягів використаних ресурсів унаслідок природних процесів чи цілеспрямованої діяльності людини. Відповідно до цього критерію, як

правило, енергетичні ресурси поділяють на відновлювані та невідновлювані. Ще одним критерієм класифікації енергетичних ресурсів є традиційність, які, у свою чергу поділяються на традиційні й нетрадиційні. Проте в науковій літературі немає єдиної думки щодо змісту груп традиційні та нетрадиційні енергоресурси [54].

Енергія як ресурс досить рідко розглядається в економічній науці. Це енергія різного виду і властивостей: фізична, хімічна, в тому числі ядерна, біологічна. Їх доступність залежить від технологій, якими володіють люди. На

рис. 1.1 наведена основна класифікація джерел енергії.



Рис. 1.1. Класифікація джерел енергії

Більшість видів відновлювальних енергетичних ресурсів (за винятком джерел ядерної, термоядерної та геотермальної енергії) є продуктом перетворення сонячної енергії за різні відрізки часу. Ресурси, які утворилися за

НУВБІП України

короткі проміжки часу, називають відновлюваними енергоресурсами, за тривалі – не відновлюваними.

Потенційні можливості відновлювальних джерел енергії складають на рік:

– енергія Сонця – 2300 млрд т у. т;

– енергія вітру – 26,7 млрд т у. т;

– енергія біомаси – 10 млрд т у. т;

– тепло Землі – 40000 млрд т у. т;

– енергія малих річок – 360 млрд т у. т;

– енергія морів і океанів – 30 млрд т у. т;

– енергія вторинних низькопотенційних джерел теплоти – 530 млрд т у.

НУВБІП України

т [27]

В даний час висуваються величезна кількість ідей по використанню

всіляких відновлюваних видів енергії. Так, існують пропозиції щодо

використання енергії штучних смерчів, розкладання атомних частинок і навіть

енергії блискавки. Проте, одним з основних видів «безкоштовної» енергії

залишається Сонце. У ньому сконцентровано 99,886% всієї маси Сонячної

системи. Сонце щомиті випромінює енергію в тисячі мільярдів разів більшу, ніж

при ядерному вибуху 1 кг U235.

НУВБІП України

Земля щодня отримує від сонця енергію в обсязі приблизно 200 МВт.

Даного обсягу достатньо, щоб забезпечити людство енергією протягом 27 років.

Ефективна технологія використання енергії сонця існує вже давно. Ще в 1994

році в світі близько 4,2 млн. будівель використовували системи нагріву води за

допомогою сонячних батарей. В даний час виділяють два основні види

технологій:

– Фотоелектричні батареї (PVs) виробляють електрику з сонячного

світла (фотонів) і найчастіше використовується в будівлях.

– Технології перетворення сонячної енергії в теплову, що

використовують Сонце для вироблення тепла.

Такі пристрої, що перетворюють сонячну радіацію в електрику, бувають

різних розмірів – від переносного сонячного нагрівача до величезних

НУВБІП УКРАЇНИ

централізованих сонячних електростанцій, де для виробництва електрики використовуються великі площі. Як приклад можна навести велику електростанцію «Solar Two», відкриту в 1996 році в Каліфорнії, з потужністю 10 мегавольт, що достатньо для забезпечення потреби в електриці 10 тис. домашніх господарств.

НУВБІП УКРАЇНИ

Різні застосування знаходять і малі сонячні установки (потужністю менше 1 кВт), які можуть використовуватися для забезпечення електрикою приміщень у сільській місцевості, віддалених телекомунікаційних пристроїв, дорожніх сигналів і т. п., які не мають централізованого електропостачання

НУВБІП УКРАЇНИ

Слід виділити також геліотермальні станції. Принцип їх дії полягає в перетворенні енергії сонця в теплову за допомогою геліоконцентратора. Потім теплова енергія трансформується в електроенергію за допомогою традиційної паросилової установки.

НУВБІП УКРАЇНИ

Вітер часто вважають одним з найдоступніших і поновлюваних джерел енергії. Основні параметри вітру – швидкість і напрямок змінюються дуже швидко і непередбачувано, що робить його менш стабільним, ніж Сонце. Отже, для повноцінного використання вітроенергетики необхідно вирішити дві проблеми: можливість отримувати кінетичну енергію вітру з максимальної площі і домогтися рівномірності, сталості вітрового потоку. У вирішенні другої проблеми на сьогоднішній день немає значного прогресу [53, с. 161].

НУВБІП УКРАЇНИ

За даними Міністерства енергетики США, з 1990 року енергія вітру є найбільш швидко зростаючим джерелом електрики в світі. У період з 2003 року встановлені потужності електроенергетичних установок на базі вітроенергетики збільшилися в 6,6 раза. На початку 2014 року на Китай (29%), США (19%), Німеччину (11%), Іспанію (7%), Італію (3%) та Індію (6%) припадало 75% всієї електрики у світі, виробленої з використанням енергії вітра.

НУВБІП УКРАЇНИ

Вітроенергетика має значний потенціал. Однак розташування таких електростанцій далеко від споживачів обумовлює необхідність будівництва дорогих ліній електропередачі для підключення їх до електроенергетичної системи. При цьому слід зазначити, що вітроенергетика стала

конкурентоспроможним джерелом, коли ціна нафти перевершила 50 дол. за баррель. Так, Великобританія в 2010 році прийняла рішення значно збільшити частку вітру у виробництві електроенергії, хоча до цього часу така технологія

тут застосовувалося дуже обмежено. У свою чергу США в кінці 2004 року ввели нові податкові пільги для виробників електроенергії за допомогою вітру, що стимулювало розвиток галузі [53, с. 149].

Таким чином, вітроенергетика – одна з найбільш динамічних галузей нетрадиційних ВДЕ. Собівартість електроенергії, виробленої вітрогенераторами наземного базування, є однією з найнижчих. Енергія вітру використовується більш ніж в 70-ти країнах.

Джерелом біоенергії є як біомаса, так і поновлювані органічні рослинні речовини. Серед основних джерел можна виділити рослини, деревину і спеціальні енергетичні культури (наприклад, цукор і зернові). У свою чергу зі спеціальних енергетичних культур виробляються сільськогосподарські культури і відходи, етанол, відходи тваринництва, водорості, харчові відходи і метан (зі сміття та енергетичних відходів).

З біомаси за рахунок різних процесів конверсії можна отримати як тепло і пар, так і електрику, і паливо.

Біоенергетичні технології, за даними Міністерства енергетики США, це випробуваний засіб отримання електроенергії в США з встановленою потужністю в 10 ГВт. Така потужність може бути отримана за допомогою «технології прямого спалювання»: при цьому електрика генерується за допомогою бойлерних і парових турбін.

З біомаси можна отримувати кілька різних рідких видів палива: етанол, метанол, біодизель, газоподібні види палива, такі як водень і метан. Наприклад, альтернативне моторне паливо (біопаливо) виробляється з особливої біомаси – сільськогосподарських культур. Причому, якщо сировиною служить кукурудза, цукор, пшениця, то одержуване біопаливо іменується етанолом, а якщо пальмова олія, ріпак або інші олійні, то біодизелем.

Зростання споживання продовольчих культур виробниками біопалива, природно, веде до зростання цін на ці культури, що, з одного боку, відбивається на рівні життя населення, а з іншого – знижує конкурентоспроможність біопалива в порівнянні з традиційними енергоносіями.

З біомаси також можна отримати «зелені хімікати» (поновлювані пластики і натуральні волокна), здатні замінити ті, які виробляються з нафтохімічних продуктів.

Світовий потенціал біомаси значний і може забезпечити енергією на багато десятиліть. Лише наявна в США рослинність, за оцінками, містить від 65 до 90 млрд. т сухої речовини, яка може стати основним джерелом отримання первинної енергії на період від 14 до 19 лет [53, с. 150].

Відносно водню слід зазначити, що ще на початку XIX століття були розроблені перші паливні елементи, а в 60-і роки минулого століття їх використовували для отримання чистої енергії в космосі. Однак тільки в минулому десятилітті вдалося допрацювати їх до характеристик, що допускають встановлювати їх в легкових автомобілях.

У теорії, використовуючи енергію сонця і вітру, водень можна було б витягти з води. Однак витрати на виробництво електроенергії, яка потрібна для розкладання молекул води на молекули водню і кисню, вкрай великі. Отже, перші установки для серійного виробництва водню будуть, ймовірно, на базі традиційних видів палива.

Основна проблема старих технологій з виробництва водню полягає в тому, що в процесі генерації енергії утворюється двоокис вуглецю. Його не можна викидати в атмосферу, але можна закачувати під землю. Так, Норвезька енергетична компанія «Norsk Hydro ASA» будує електростанцію на водні, одержуваному з природного газу, а утворюється при виробництві енергії двоокис вуглецю буде закачуватися назад в одне з нафтових родовищ на континентальному шельфі. Це дозволить вирішити проблему забруднення повітря вуглекислим газом і підвищити пластовий тиск в родовищі. Інший

ефективний спосіб, який вже застосовується в ЄС і США – закачування двоокису вуглецю в підземний водоносний шар.

У всіх великих містах і мегаполісах існує величезна кількість відходів людської діяльності. Однак на сучасному етапі є технології, що дозволяють використовувати їх для виробництва електроенергії. Це в свою чергу також є вирішенням проблеми міських звалищ. Так, в США в штаті Пенсільванія, коли була нестача налива для печі для спалювання сміття і одночасного виробництва електроенергії для 15 тис. будинків, стали його замінювати сміттям з уже закритих звалищ. В результаті це призвело до щотижневого прибутку в розмірі 4 тис. дол. і скорочення обсягу закритих звалищ на 78%.

Сміття, розкладаючись на звалищах, виділяє газ, 50-55% якого припадає на метан, а 45-50% – на вуглекислий газ і близько 1% – на інші з'єднання. Якщо раніше виділяється газ просто забруднював повітря, то тепер в США його використовують в якості пального в двигунах внутрішнього згорання з метою вироблення електроенергії. За розрахунками фахівців, станція потужністю 12 МВт здатна забезпечити електроенергією 20 тис. будинків, а газу на звалищах США достатньо для роботи середніх станцій на 30-50 років.

Ще одним нестандартним джерелом енергії служить гній. Існують технології переробки, наприклад, гною свиней в електроенергію. Суть роботи даних технологій полягає в наступному: відходи йдуть по трубопроводу на електростанцію, де в спеціальному реакторі піддаються біологічній переробці, і утворився газ використовується для виробництва електроенергії, а залишки відходів – для удобрення. Так, за даними фахівців, перероблюючи 70 т гною щодня, можна зробити 40 КВ т.ч електроенергії.

Гаряча вода і пар, укладені в ядрі Землі в водопроникних породах, є геотермальними джерелами енергії. Тепло з даних порід можна перетворити в геотермальну енергію.

Геотермальні джерела бувають:

- низькотемпературні (менше 90-100°C);
- середньотемпературні (від 90-100°C до 150°C);

– високотемпературні (вище 150°C).

Великомасштабне промислове використання геотермальної енергії можливо в тих місцях, де потоки природного тепла Землі підходять до поверхні досить близько для того, щоб винести на поверхню пар або гарячу воду.

Найчастіше такі місця розташовані на краях кристалічних щитів або в зонах розломів; зазвичай вони характеризуються наявністю вулканів, гарячих джерел та інших геотермальних явищ.

Потенційна геотермальна енергія в шести верхніх милях земної кори, за оцінками, в 50 тис. разів перевищує енергію всіх відомих запасів нафти і газу в світі [14].

Останнім часом деякі країни і компанії знову звернули увагу на енергію припливів і морських хвиль, тоді як ще в 1982 році Уряд Великобританії відмовив у підтримці проектам по енергії моря, а Європейська комісія і деякі компанії припинили або значно скоротили дослідження в цій області. Причиною на той момент послужила недостатня ефективність способів виробництва «морського» електрики в порівнянні з традиційними джерелами.

Перша велика електростанція, що використовує енергію припливів, була побудована у Франції в 1968 році в гирлі річки Ранс.

Практичне застосування приливної енергії розвинене набагато менше, ніж, наприклад, вітроенергетика або сонячна енергія. У світі існує тільки декілька великих приливних електростанцій. Що стосується використання енергії морських хвиль, то цей спосіб знаходиться на стадії початкового експерименту.

У структурі світового споживання на ГЕС припадає майже 7% енергії. Гідроенергію отримують за допомогою перетворення енергії падаючої води в енергію обертання турбін, тим самим обертаючи генератор, що виробляє електроенергію. Гідроелектростанції бувають різних потужностей. Найбільшою на сьогодні є китайська ГЕС «Три ущелини» з потужністю 22,5 ГВт.

Джерелом енергії також є малі річки, але для їх використання необхідні певні умови, такі як, наприклад, наявність сильного течія. Слід зазначити, що встановлення міні ГЕС є вирішенням проблеми електропостачання в місцях, де

будівництво звичайної електростанції недоцільно з економічної точки зору. Так, міні ГЕС потужністю в 0,5 кВт може забезпечити енергією, наприклад, селянське господарство. А малі ГЕС (потужністю до 10 МВт) часто будуються як для автономного або напівавтономного забезпечення електроенергією сільського населення, так і заміщення дизель-генераторів та інших дорогих енергетичних пристроїв.

Джерелом енергії також є земля (тепло від гарячих гірських порід в земній корі). Даний вид енергії, наприклад, використовується в Ісландії та Новій Зеландії. Її отримують за допомогою закачування холодної води в свердловину, пробурену в гірській породі, а піднімається вгору пар, утворений з води, обертає турбіну [53, с. 145].

Таким чином, виходячи з аналізу видів ВДЕ можна зробити певні висновки. Так, залежно від застосовуваних технологій ВДЕ діляться на традиційні і нетрадиційні. До традиційних ВДЕ відносяться гідравлічна енергія, що перетворюється в електрику на великих ГЕС, а також енергія біомаси (дрова, кізяк, солома і т.п.), використовувана для отримання тепла традиційним способом спалювання. До групи нетрадиційних ВДЕ включають сонячну і геотермальну енергію, енергію вітру і морських хвиль, течій, припливів, гідравлічну енергію, що перетворюється в електрику на малих ГЕС (до 10 МВт), і енергію біомаси, використовувану для отримання тепла, електрики і моторного палива нетрадиційними методами.

Також слід зазначити, що з усіх видів ВДЕ останнім часом великими темпами розвиваються саме вітроенергетика і сонячна енергія. ○○

1.3. Переваги та обмеження використання відновлюваних джерел енергії

Забезпеченість енергоресурсами є одним з основних показників енергетичної безпеки країни. Безсумнівною перевагою відновлюваних джерел енергії є їх невичерпність і відносна (по відношенню до органічного палива) екологічна чистота. До переваг такого виду електроенергії можна віднести наступні:

– величезний потенціал ресурсів в світі, до якого відносять високий вітряний потенціал, особливо на прибережній території, великий сонячний потенціал на практично в усіх країнах світу; достатня кількість ресурсів для добутку біоенергії;

– на більшості віддалених і важко розташованих територіях економічна ефективність використання таких джерел енергії вище, ніж традиційних;

– навіть без підтримки держави багато енергетичних станцій, що виробляють нетрадиційну електроенергію дуже швидко окупаються, що так само дуже привабливо для інвесторів.

До недоліків такого виду електроенергії відносять:

– високі бар'єри адміністрування;
– ділянки під будівництво необхідних електростанцій необхідно переводити з категорії земель сільськогосподарського призначення в категорію земель промисловості. При їх отриманні та переводі також виникають певні складнощі, багато часу займає питання про приєднання таких земель до технологічних мереж;

– у недостатній кількості обговорюються заходи підтримки держави;

– відсутність потрібної інфраструктури транспорту, що при всьому цьому обмежує вибір технічних рішень для об'єктів відновлюваних джерел енергії;

– нестача підприємств, які б виробляли обладнання для потреб відновлюваної енергетики;

– відсутність осіб, які б належним чином могли забезпечувати обслуговування обладнання відновлюваних джерел енергії.

Розглянемо більш докладно про всі переваги та недоліки відновлювальних джерел енергії.

Головна перевага, якою володіють всі форми гідроенергії – те, що вони забезпечують електрику, не використовуючи викопне паливо. Енергія з води, гідроенергія не сприяє глобальному потеплінню, викликаному нагромадженням газів, таких як вуглекислий газ в атмосфері. І при цьому це не сприяє кислотному дощу, або опадів, які є кислотними, так як містять такі речовини як двоокис сірки. Кислотний дощ, як будь-яка кислотна речовина, може мати несприятливий вплив на ліси, дику природу, і навіть структури, створені людьми.

Інша головна перевага гідроенергії – фактична нескінченність ресурсів. Енергія, забезпечена водою буде використовуватися поки існують річки і океани.

Гідроенергія, тим не менш, має ряд недоліків. Використання енергії води як джерела електрики вимагає величезних інвестицій. Другий недолік – залежність водної енергії від природних умов. На електростанціях, які використовують викопне паливо, електрику генерується постійно. В результаті енергетична система знаходиться в стійкому темпі. Водна енергія мінлива в плані генерації електрики. У сухий сезон рівень води в річці падає, знижуючи рівень води в резервуарі позаду гідроелектричної дамби. Рівень може знизитися до такої міри, що оператори дамби повинні будуть уповільнити потік води через дамбу, скорочуючи продуктивність електрики. У випадку океанської енергії оператори електростанції не мають ніякого контролю над водою. Енергія хвиль непостійна, і залежить від напрямку вітру. У той час як енергія океанських потоків більш передбачувана, головна перешкода – це вартість. ○○

Проблема полягає в тому, що водна енергія не рівномірно розподіляється через Землю. У той час як течії річок використовують у всьому світі, енергію припливів і відливів ефективно використовувати можна не в кожному районі.

Деякі прибережні райони мають більш високі показники, як правило, через деякі географічні рельєфи. Використання річкової течії, також, є нестабільним. У той час як гідроелектроенергія забезпечує 24% електрики використання в усьому світі і 9%, використання в Сполучених Штатах, велика частина тієї

гідроелектроенергії концентрується в областях з декількома річками. У Сполучених Штатах, наприклад, 14% електроенергії, що використовується в станах Роккі Мунтейна, прибувають з гідроелектричних дамб; на тихоокеанському північному заході, навпаки, 65% потреб в електрики заповнено 58 гідроелектричними дамбами. У той час як гідроелектричні дамби забезпечують майже всю електрику в Норвегії, 83% в Ісландії, 67% в Австрії, і 60% в Канаді, вони не можуть забезпечити той же відсоток в країнах Близького Сходу або в більшій частині Африки [38].

Вода є поновлюваним джерелом енергії. Кругообіг води в природі за рахунок снігопадів і дощів заповнює джерела енергії.

Робота ГЕС не забруднює ґрунт і не супроводжується виділенням шкідливих відходів (пилових забруднювачів, чадного газу, оксидів азоту і сірки, вуглекислоти та ін.). Тепло в результаті тертя рухомих частин турбіни, яке передається воді, що протікає, вкрай рідко буває великим. Змінюючи об'єм води, що підводиться до турбін (швидкість водяного потоку), можна легко контролювати продуктивність ГЕС.

Водосховища, що споруджуються для гідроелектричних станцій, можна використовувати в якості зон відпочинку, часом навколо них складається воістину захоплюючий пейзаж. Штучні водосховища мають, як правило, чисту воду (домішки залишаються на дні), яка придатна для використання в якості купання, пиття та іригації. При цьому великі водосховища затоплюють величезні ділянки землі – це викликає економічні труднощі і масові переселення.

Руйнування греблі ГЕС призводить до катастрофічної повені нижче за течією річки, тому в рівнинних районах будувати ГЕС неефективно. У штучних водоймах рівень води може різко змінюватися, тому не рекомендується будувати будинки на такій місцевості.

Спорудження греблі має згубні недоліки для природи. По-перше, течія річки може практично зупинитися через знижений рівень розчиненого кисню у воді. Це ставить під загрозу рослинне життя не тільки в водосховищі, але і навколо нього. По-друге, гребля порушує нерестовий цикл риби. Шляхи

вирішення цієї проблеми полягають в установці додаткових споруд: рибопідймати або рибоходах. Однак це тягне додаткові кошти на експлуатацію ГЕС [39].

Очевидним плюсом вітроенергетики є фактична нескінченність ресурсів: поки на планеті є атмосфера і світить сонце, буде і рух повітряних мас, яке можна використовувати для отримання енергії.

Ще один безсумнівний плюс: екологічність. Вітряні електростанції не виділяють ніяких шкідливих речовин, не забруднюють навколишнє середовище.

На жаль, їх все ж не можна назвати повністю екологічно безпечними, так як вітроенергетична установка досить галаслива, і тому в Європі законодавчо встановлений граничний рівень шуму для денного і нічного часу, який вітряні електростанції не повинні перевищувати. Крім того, роботу вітряних

електростанцій доводиться зупиняти під час сезонного перельоту птахів (на даний випадок в Європі також є законодавче обмеження). В Україні подібних обмежень немає, але вітряні електростанції не розташовуються поблизу від житлових будинків – виходячи зі зручності населення.

Поряд з таким плюсом, як невичерпність енергетичного джерела, є і мінус: ефективність роботи вітряної електростанції залежить від пори року, часу доби, погодних умов і географічного положення. На жаль, швидкість вітру змінюється в залежності від всіх цих параметрів, а так як енергія вітру є кінетичною, то вона безпосередньо пов'язана зі швидкістю – чим вище швидкість, тим, відповідно, більше енергії виробляє вітроустановка. Тому вітряні електростанції доводиться

використовувати зазвичай разом з іншими джерелами енергії, а також користуватися акумуляторами, які брали б надлишок енергії у вітряні дні і віддавали б під час шторму.

До плюсів вітряних електростанцій можна віднести і швидкість зведення вітроустановки: навіть для промислової установки потрібно не більше двох тижнів, враховуючи час, витрачений на підготовку майданчика, а побутовий вітрогенератор, придатний для постачання енергією приватного будинку або котеджу, встановлюється за лічені години.

Іноді до мінусів вітряних електростанцій відносять досить велику площу, яку займають вітроустановки (електростанція може містити сто і більше вітроенергетичних установок). Однак, поряд з наземними вітряними

електростанціями, зараз встановлюються і прибережні (їх істотним плюсом є стабільність роботи – за рахунок морських бризів), шельфові (знаходяться в морі на значній відстані від берега (10-60 км), не займають земельні ділянки, вельми ефективні, так як морські вітри регулярні і володіють значною швидкістю) [10]

Потенціал сонячної енергії величезний – поверхня землі опромінюється 120 тис. терабайтами сонячного світла, а це в 20 тис. разів перевищує загальносвітову потребу в ній. Крім того, сонячна енергія невичерпна і постійна – її не можна перевитратити в процесі задоволення потреб людства в енергоносіях, так що її вистачить в надлишку і на частку майбутніх поколінь.

Крім інших переваг сонячної енергії, вона доступна в кожній точці світу – не тільки в екваторіальній зоні Землі, але і в північних широтах. Скажімо, Німеччина на даний момент займає перше місце в світі по використанню енергії сонця і володіє максимальним її потенціалом. У світлі останніх тенденцій в боротьбі за екологічну чистоту Землі, сонячна енергетика – це найбільш перспективна галузь, яка частково замінює енергію, одержувану від не поновлюваних паливних ресурсів і, тим самим, виступає принциповим кроком на шляху захисту клімату від глобального потепління.

Виробництво, транспортування, монтаж та використання сонячних електростанцій практично не супроводжується шкідливими викидами в атмосферу. Навіть якщо вони і присутні в незначній мірі, то в порівнянні з традиційними джерелами енергії – це майже нульовий вплив на навколишнє середовище.

За рахунок того, що в системах на сонячному ресурсі немає ніяких рухомих вузлів, як, наприклад, в генераторах, вироблення електроенергії відбувається безшумно. Перейшовши на сонячні батареї в якості автономного джерела енергії, власники частих будинків отримують відчутну економію. Важливо й те, що обслуговування систем енергопостачання на сонячних батареях

характеризується низькими витратами – необхідно лише кілька разів на рік піддавати чистенню сонячні елементи, а гарантія виробника на них, як правило, становить 20-25 років.

Сонячна енергія володіє широким спектром додатків – це і вироблення електроенергії в регіонах, де відсутнє підключення до централізованої системи електропостачання, і опріснення води в Африці, і навіть постачання енергією супутників на навколоземній орбіті. Недаремно сонячну енергію останнім часом називають «народною» – ця назва відображає простоту її інтегрування в систему електропостачання будинку, як у випадку з фотоелектричними, так і з тепловими елементами.

З кожним роком технології в сфері виробництва сонячних батарей стають все більш досконалими – тонкоплівкові модулі вводяться безпосередньо в будівельні матеріали ще на етапі зведення споруд. Японський концерн Sharp – лідер у виробництві сонячних панелей, нещодавно впровадив інноваційну систему прозорих накопичувальних елементів для віконного скління. Сучасні досягнення в області нанотехнологій і квантової фізики дозволяють говорити про можливе збільшення потужності сонячних панелей в 3 рази [40].

Будівництво сонячних електростанцій займає великі площі землі, тому є теоретичні обмеження для фотоелементів 1 і 2 порядків. Наприклад, для того, щоб побудувати електростанцію потужністю 1 ГВт, потрібно мати ділянку площею кілька десятків квадратних кілометрів.

Будівництво подібних електростанцій веде до зміни мікроклімату в навколишній місцевості. Для запобігання цьому, як правило, встановлюють недалеко від споживача фотоелектричні станції (потужність 1-2 МВт) або індивідуальні установки. Фотоелектричні перетворювачі працюють в ранкові та вечірні години (з меншою ефективністю), а також вдень. Саме на вечірні години припадає пік електроспоживання. При зміні погоди вироблена енергія установок може коливатися, для запобігання цьому використовують ефективні електричні акумулятори. В поточний час рішення даної проблеми полягає в створенні

Єдиних енергетичних систем, які об'єднують кілька джерел енергії і потім перерозподіляють вироблену і споживану потужність [41].

Геотермальну енергію можна вважати поновлюваним джерелом енергії, якщо в нагнітальну свердловину не закачується дуже багато води за маленький проміжок часу. Запаси даного виду енергії великі, але не нескінченні. Робота геотермальної електростанції не викидає в навколишнє середовище шкідливі або токсичні викиди, також вона не вимагає поставки палива із зовнішніх джерел.

Крім необхідного для першого старту насоса (або насосів) зовнішнього джерела енергії, геотермальним електростанціям для подальшої роботи зовнішня енергія (паливо) не потрібна. З початком роботи геотермальної електростанції її насоси можна живити електрикою, яка виробляється на самій станції. Для експлуатації геотермальної електростанції, в основному, необхідні витрати на профілактичне техобслуговування або ремонт. Вони не вимагають значного землевідведення.

Звичайна геотермальна електростанція, розташована на березі моря або океану, може застосовуватися і для опріснення води, яку потім можна використовувати для пиття або іригації. Опріснення відбувається природним шляхом в результаті дистиляції – розігріву води і охолодження водяної пари в процесі роботи електростанції.

Але на будівництво геотермальної електростанції досить складно отримати дозвіл влади і жителів, також непросто знайти підходяще місце. Поганий вибір місця, надмірне закачування води в породу через нагнітальну свердловину або природні зміни в земній корі можуть послужити зупинці в роботі геотермальної електростанції.

Зафіксовані випадки виділення через експлуатаційну свердловину горючих або токсичних газів, які містяться в породах земної кори. Їх досить складно позбутися, однак, іноді можна сифонувати (зібрати) і переробити в пальне (нафта-сирець або природний газ) [42].

Енергія біомаси має суттєві переваги в порівнянні з викопними видами палива та низкою інших поновлюваних джерел енергії, забезпечуючи енергопостачання, підвищення рівня життя, підвищення добробуту та зниження

рівня бідності. Енергетичні системи на основі біомаси являють собою потенційний механізм усунення бідності в сільській місцевості, одночасно сприяючи сталому розвитку та охороні навколишнього середовища, і отримують все більшу увагу в усьому світі [63].

Основні переваги енергії біомаси:

– повсюдна доступність, навіть у віддалених областях: паливо з біомаси доступно скрізь, де ростуть дерева і сільськогосподарські культури, а також переробляються продовольчі продукти та волокна;

– ресурс, що використовується при необхідності: біомаса – це джерело паливної енергії, яке підлягає зберіганню. Її в будь-який момент можна використовувати в цілях енергопостачання, на відміну від інших поновлюваних джерел енергії. Воно характеризується нерегулярністю і / або сезонністю;

– універсальність: біомаса є потенційним джерелом всіх основних енергоносіїв – рідини, газу, тепла та електроенергії;

– відсутність впливу на клімат: за умови екологічно раціонального опримання і згоряння, енергія біомаси не викликає кліматичних змін і парникових газів;

– додаткова сукупна вигода для жителів сільської місцевості: сукупна вигода енергетичних систем на основі біомаси зберігається на місцевому рівні і може значно сприяти розвитку сільських районів за допомогою створення місцевих джерел доходу.

Енергія біомаси сприяє отриманню доходу в ланцюжку поставок і при використанні теплової та електричної енергії, що є істотною перевагою її використання в якості інструменту боротьби з низьким рівнем життя.

Вищевказані невід’ємні переваги, тим не менш, створюють певні труднощі:

– енергія біомаси – найбільш складний з відновлюваних альтернативних джерел енергії: організація надійних, стабільних і доступних поставок палива в достатній кількості і належної якості може бути складним завданням;

– паливо, що отримується з біомаси, нерідко вимагає значних земельних та трудових ресурсів, суттєво залежить від стабільності цін, також розробники проекту нерідко стикаються з величезною кількістю альтернативних технологій.

Обмеження до більш широкого використання енергії біомаси включають в себе: переваги для конкурентів, неоднозначне ставлення до надійності та економічної доцільності, а також відсутність достатньої інформації. Проте, вищевказані обмеження та / або перешкоди (для більш широкого використання постійно вироблених і споживаних ресурсів біомаси для виробництва енергії / електроенергії) прив'язані до певної території, що обумовлює необхідність розробки і реалізації специфічних для відповідної території (країни) перешкод і програми їх усунення.

Отже, відновлювана енергетика вкрай необхідна для розвитку енергетики в світі. З її допомогою можливо зберегти екологічно чисту енергію для майбутнього покоління. А найголовніше, це дане джерело енергії підтримується державою, а також приймаються документи, що передбачають заходи з підтримки її розвитку.

Таким чином, поступовий перехід на відновлювану енергетику одночасно означає перехід на новий, вищий щабель енергетичної ефективності. ВДЕ слід розглядати як перенективне джерело енергії майбутнього. Як всім відомо, невідновлювані джерела енергії мають властивість – закінчуватися, тому людство повинно дбати про збереження запасів власних енергоресурсів для майбутніх поколінь, замінивши їх на поновлювані. Треба сказати, що перехід на даний вид джерела дозволить:

- забезпечити енергетичну безпеку країн;
- збереження навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки;
- завоювання світових ринків ВДЕ, особливо в країнах, що розвиваються;
- збільшення споживання сировини для неенергетичного використання палива.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ, МОДЕЛЮВАННЯ І ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У СВІТІ

2.1. Тенденції у формуванні ефективної інфраструктури міжнародного ринку відновлюваних джерел енергії

Останнє десятиліття було відзначено інтенсивним розвитком ринку і регулятивних норм в області відновлюваної енергії. Близько 50 країн у цей період активно розробляли і впроваджували політики розвитку відновлюваної енергетики. У 2020 році їх число досягло 120. Крім того, значно зріс обсяг інвестицій у цю галузь. Європейський Союз поставив собі за мету до 2020 р. довести до 20% частку альтернативних джерел енергії в загальному обсязі генерації. Для окремих країн встановлені різні норми: від 10% для Мальти до 49% для Швеції [37].

Безумовними лідерами у світі відновлювальної енергетики є країни ЄС, США, Китай та Індія. У Китаї, Індії та Бразилії вже кілька років реалізуються стратегії виробництва енергії з відновлюваних джерел. Сьогодні і інші країни, що розвиваються, починають застосовувати систематичний підхід до освоєння подібних технологій. Що стосується розвинених країн, найбільш помітні зміни відбуваються в Японії, яка взяла курс на виведення атомних електростанцій з експлуатації та активне використання відновлюваних джерел енергії.

Відповідно до резолюції № 33/148 Генеральної Асамблеї ООН (1978 р) до нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії відносяться: сонячна, вітрова, геотермальна, енергія морських хвиль, приливів і океану, енергія біомаси (деревини, деревного вугілля, торфу, сланців), бітумінозних пісковиків і гідроенергія великих і малих водотоків. Сюди ж можна віднести джерела енергії, які за своїм походженням є антропогенними, але мають характер поновлюваних. Такі джерела у вітчизняній практиці ще називають позабазансовими – це побутові та промислові відходи; скидний тепловий потенціал електростанцій; метан, що накопичується в шахтах; водень та інше [17].

Світовому ринку наливо-енергетичних товарів характерна галузева структура. Не дивлячись на диверсифікацію енергоринку, високі ціни на енергоносії і досягнення науково-технічного прогресу підвищують роль відновлюваних джерел енергії в даній структурі. Особливість товарів даного ринку полягає в особливості товарів даного ринку в тому, що вони відіграють провідну роль в забезпеченні всього суспільного виробництва з точки зору екологічності, енергоефективності та енергозбереження.

Ринки товарів ВДЕ різнохарактерні і визначаються наступними факторами: територіальним розподілом, кліматичними умовами, темпами економічного розвитку країни, якісними характеристиками різних енергоресурсів, рівнем реалізації засобів і методів політики енергозбереження.

Більшість європейських країн успішно розвивають ринки відновлюваних джерел енергії за рахунок державних програм. Країни ЄС як всередині країни, так і на міжнародному рівні, розробляють програми та стратегії розвитку відновлюваної енергетики. Компанії, що працюють в цьому сегменті, отримують фінансову та організаційну підтримку. Крім державної підтримки, активна участь у реалізації проектів впровадження відновлюваних джерел енергії беруть участь і великі корпорації, регіональні об'єднання, а також міжнародні організації [5, с. 65].

На даний момент в енергетичній сфері діють дві великі міжнародні організації, які лоббують інтереси традиційної енергетики. В першу чергу це міжнародне агентство атомної енергетики МАГАТЕ і міжнародне агентство МЕА, що займається проблемами, пов'язаними з нафтовими і газовими енергоносіями, а також енергією атома. Тому жодна з існуючих міжнародних структур не захищає інтереси альтернативної енергетики.

У зв'язку з цим назріла необхідність появи міждержавної структури, яка займалася б підтримкою такої перспективної галузі на міжнародному рівні – Міжнародного агентства з відновлюваної енергії (International Renewable Energy Agency, IRENA) засноване в Бонні 26 січня 2009 року з ініціативи федерального уряду ФРН, за підтримки Іспанії та Данії. Статут цього агентства

уже пописали 159 держав, ратифікувала 101 держава, 58 – на стадії проходження внутрішньодержавних процедур [24].

Головним завданням Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії є підтримка використання відновлюваних джерел енергії в усьому світі.

В установчій конференції взяли участь 400 представників 120 держав, серед них, за даними Федерального Міністерства охорони навколишнього середовища Німеччини, були присутні 43 міністри. Першим договором підписали 75 держав:

серед них Німеччина, яка поряд з Данією та Іспанією є творцем цієї організації IRENA сприяє нарощуванню темпів широкого та сталого використання відновлюваних джерел енергії у всьому світі та трансферту технологій і знань у цій галузі.

Завдяки консультуванню, трансферту технологій і розвитку дослідницьких установ агентство підтримує розвиток використання відновлюваної енергії в промислово розвинених і країнах, що розвиваються. У плани організації поки не входить об'єднання з ООН. Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії, крім того, сприятиме обміну ноу-хау та навчанню фахівців.

Також у 2000 році, країнами ЄС було прийнято рішення про створення Європейської Ради з відновлюваних джерел енергії (EREC). Вона є головною організацією європейських промислових, комерційних і науково-дослідних об'єднань з відновлюваних джерел енергії, що здійснюють активну діяльність в галузі фотоелектричної енергетики, малої гідроенергетики, теплоенергетики, використання енергії біомаси, вітроенергетики та геотермальної енергетики, тим самим представляючи інтереси всіх галузей відновлюваної енергетики.

Досвід розвинених країн свідчить про те, що розвиток ринку ВДЕ і збільшення його товарної структури впливають на інфраструктуру виробництва, формування умов і рівень життя людей.

На сучасному етапі розвитку, основними тенденціями світового ринку енергетики є:

- зростання попиту на електроенергію;

– зростання застосування природного газу;
– відновлення ролі ядерної енергетики як однієї з найбільш рентабельної технології, здатної задовольнити постійно зростаючий попит на електроенергію;

– збільшення частини відновлюваної енергетики як розвинених, так і країн, що розвиваються;

– виробництво нових технологій, спрямованих на зниження обсягів спожитого палива і зменшення викидів вуглекислого газу;

– лібералізація енергетичного ринку;

– активізація міжнародної торгівлі електроенергією на основі ВДЕ, з однієї країни в іншу [17].

Кількість компаній, зайнятих у використанні ВДЕ, на сьогоднішній день значно зростає. Але якщо раніше в розвитку відновлюваної енергетики брали

участь в основному екологічні компанії та організації, то зараз це цілі країни,

уряд яких на законодавчому рівні стимулюють розвиток цієї галузі. Такі великі

компанії як British Petroleum, Sharp Solar, PhonoSolar i alttek (Китай), Calyxo (Німеччина), Siemens і багато інших стали лідерами у світовій галузі фотоелектричної індустрії, інвестувавши гроші у виробництво фотомодулів.

Початкова стадія інтенсивного формування ринку ВДЕ, з нашої точки

зору, характеризується створенням і впровадженням капіталомістких проектів в

енергодефіцитні регіони, формуванням базисної інфраструктури, а також

розширенням сукупності енергетичних ринків, які знаходяться на різних стадіях

розвитку і пред'являють різну потребу на спожиту екологічно чисту енергію.

Інституціоналізація світового ринку ВДЕ в напрямку мобілізації вільної

енергії та її ефективного використання в умовах відкритої економіки передбачає:

– формування Єдиного державного органу, що регулює ринок ВДЕ;

– створення конституційних норм регулювання умов професійної

діяльності на ринку ВДЕ;

– розробку фінансових механізмів, які відображають специфіку

національних і регіональних умов.

Проведення координації діяльності суб'єктів енергетичного ринку необхідне як на національному, так і на міжнародному рівнях (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Інституційна структура світового ринку відновлюваних джерел енергії

Ринок ВДЕ	Міжурядові інститути	Функції
Світовий	Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (International Agency for Renewable Energies, IRENA)	Стимулює розвиток ринків ВДЕ в розвинених і країнах, що розвиваються
Регіональний	Європейська рада з відновлюваних джерел енергії (EREC)	Забезпечує моніторинг виробництва ВДЕ, об'єднує європейські енергетичні, торговельні та науково-дослідні організації, що працюють в секторах ВДЕ
Локальний	Українська енергетична асоціація	Формує пакет нормативно-правових актів, інструментів і механізмів регулювання національного ринку ВДЕ

Це зумовило створення міжнародних організацій, які частково або повністю займаються координацією міжнародного співробітництва на цьому перспективному напрямку: Міжнародне енергетичне агентство (International Energy Agency, IEA), Агентство з розвитку відновлюваних джерел енергії (International Renewable Energy Agency, IRENA), Світова вітроенергетична асоціація (World Wind Energy Association, WWEA) та інші. Реалізація функцій, покладених на ці міжнародні інституції, на практиці не охоплює вирішення всього кола проблем, зокрема щодо вирішення глобальної проблеми стратифікації енергетичних проблем країн світу. Так у 2008 році була створена робоча група з питань відновлюваних джерел енергії (REWP), ключові принципи ефективної політики якої наступні:

- усунення бар'єрів позаекономічного характеру для вдосконалення роботи ринку відновлюваних джерел енергії;

– встановлення передбачуваної системи підтримки для залучення інвестицій;

– встановлення бонусів для перехідного періоду, величина яких буде знижуватися з часом, для стимулювання і контролю за технологічними інноваціями і переходу до більшої конкурентоспроможності;

– забезпечення спеціальної підтримки для розгляду більш широкого спектру технологій використання відновлюваних джерел енергії;

– зі зростанням масового обсягу проникнення технологій використання відновлюваних джерел енергії, їх вплив має враховуватися в масштабі всієї енергетичної системи, в цілому.

Цілі REWP:

– посилення ролі відновлюваних джерел енергії в якості основного джерела аналітичних даних та інформації про технології використання цих

джерел енергії та їх застосування для комітетів і підрозділів MEA, а також інших учасників сприяти забезпеченню ефективності виконання програм робочих угод для розвитку і впровадження технологій використання відновлюваних джерел енергії;

– визначення і опис широкого діапазону ринкових факторів: політичні, технічні, законодавчі та інші умови, що впливають на виведення на ринок технологій використання відновлюваних джерел енергії;

– розвиток і сприяння впровадженню рекомендацій щодо прискореного виведення на глобальний енергетичний ринок технологій використання відновлюваних джерел енергії

Конкурентоспроможність національного ринку ВДЕ багато в чому визначається конкурентоспроможністю його інституційного середовища, яке залежить від необхідних ресурсних умов, комплексного державного регулювання та створення попиту на внутрішньому ринку. У даному середовищі

держава повинна виконувати роль катализатора з одного боку (тому що вона повинна стимулювати компанії до збільшення обсягу енергії з відновлюваних

джерел), а з іншого боку – сприяти створенню попиту на продукти з поки ще високою доданою вартістю.

2.2. Аналіз світового ринку з відновлюваних джерел енергії в Україні

Попит на промислове використання відновлюваних джерел енергії сформувався ще в другій половині XX століття, коли трансформація нафтового ринку, створення нафтового картелю ОПЕК і наступні нафтової та економічної кризи 1970-х рр. розкрили вразливість західних держав – імпортерів вуглеводнів від зовнішніх поставок сировини.

У 2000-х рр. ці держави, накопичивши достатній обсяг наукових розробок і капіталу, взяли курс на новий (6-й) технологічний уклад і позначили інноваційну мету – створення низьковуглецевої економіки на базі новітніх досягнень науки і техніки. У підсумку відновлювана енергетика, сфери енергоефективності, енергозбереження (а також сектор збору CO₂) отримали статус економічних «моторів», нових «точок зростання», пріоритетів і масштабну державну піддержку [24].

У 2020 році ВДЕ-ресурси позначили свою присутність на ринку, показавши згідно зі статистикою British Petroleum (без урахування сектора великих ГЕС) частку в 2,2% витратної частини світового енергобалансу (проти 0,7% в 2010 рік).

На сьогоднішній день відновлювана енергія стрімко розвивається і стає невід’ємною частиною світового енергетичного сектора. Це може відбуватися з наступних причин:

- виснаження запасів невідновлюваних джерел енергії;
- залежність країн від імпорту палива;
- негативний вплив невідновлюваної енергії на навколишнє середовище.

Пошук нових енергетичних ресурсів пов’язаний з ціновою нестабільністю сировинних ринків. Залежність від країн-постачальників енергоносіїв змушує держави, які не мають значних природних ресурсів, до політики

імпортозаміщення і спробам скоротити цю залежність. Глобальне потепління, що носить антропогенний характер, вимагає нових підходів до енергозабезпечення, які дозволяють скоротити викиди вуглецю в атмосферу.

Однією з найважливіших рис цього процесу є зміна структури балансів виробництва і споживання енергії за рахунок збільшення частки безвуглецевих технологій, зокрема, технологій на основі відновлюваних джерел енергії.

Відновлювані джерела енергії швидко розвиваються з падінням витрат на них. Частка відновлюваних джерел енергії (включаючи гідроенергетику) в рамках глобальної системи виробництва електроенергії зростає майже на 1% в 2020 році, досягнувши майже 25%. Відновлювані джерела енергії тепер охоплюють 1/3 енергетичної галузі в Європі, 1/4 в Китаї і 1/6 в Сполучених Штатах, Індії та Японії [17].

У структурі світових ВДЕ основні позиції займають енергія вітру і сонця, що виробляють 52% і 28% відновлюваної енергії відповідно. На біомасу припадає 12% виробленої енергії, на гідроенергетику – 6% і 2% на геотермальну (рис. 2.1).

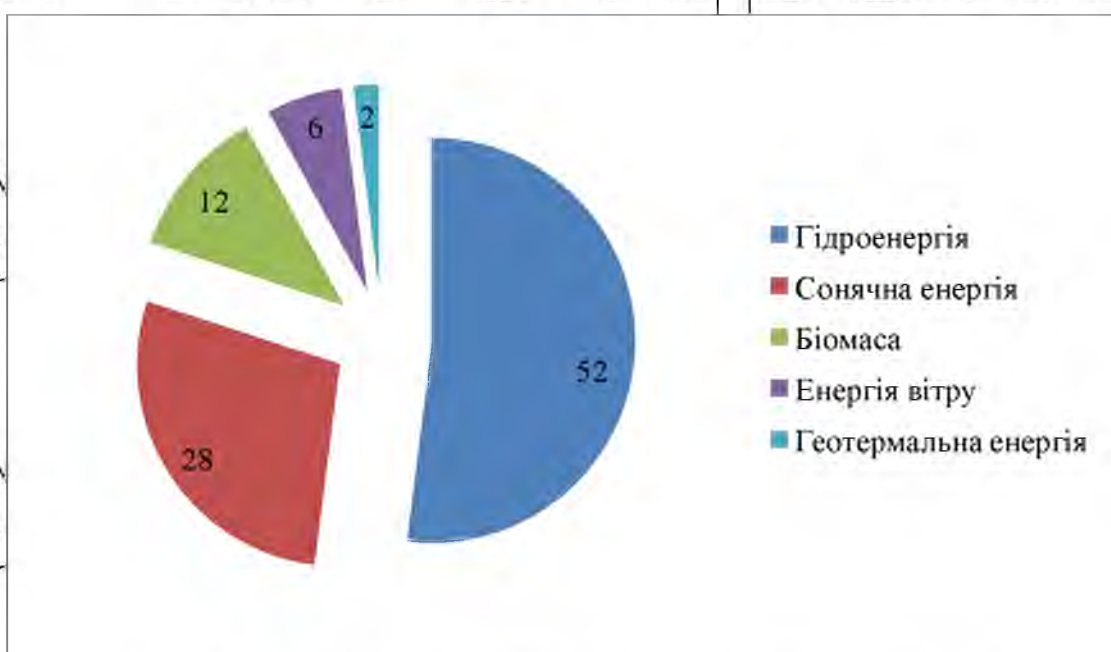


Рис. 2.1. Структура відновлювальних джерел енергії у світі

Хоча частка ВДЕ в 2% в загальному/світовому споживанні енергоресурсів поки невелика, проте заслуговує на увагу розгляд їх динаміки за десятиліття 2010-2020 рр. для оцінки перспектив їх подальшого розвитку (табл. 2.2).

НУБІП України

Таблиця 2.2

Масштаби і тенденції використання ВДЕ у 2010 і 2020 році*

Країна	Використання ВДЕ, млн. т н.е.		Розподіл обсягів ВДЕ за країнами, %		Частка ВДЕ в енергоспоживанні країни, %	
	2010 р.	2020 р.	2010 р.	2020 р.	2010 р.	2020 р.
Всього у світі	66,9	279,3	100	100	0,7	2,2
США	18,8	58,6	28,1	21,0	0,8	2,6
Китай	0,8	42,9	1,2	15,4	0,07	1,5
ЄС	23,2	110,6	34,7	39,6	1,3	6,6
Німеччина	6,3	29,7	9,4	10,6	1,9	9,1
Іспанія	3,6	16,8	5,4	6,0	2,5	12,6
Італія	2,6	13,0	3,8	4,6	1,4	8,2
Великобританія	1,7	10,9	2,5	3,9	0,7	5,4
Франція	0,9	5,9	1,4	2,1	0,4	2,4
Бразилія	3,5	13,2	5,2	4,7	1,9	4,7
Індія	1,2	11,7	1,8	4,2	0,4	2,0
Японія	5,2	9,4	7,8	3,4	1,0	2,0

* без урахування гідроенергетики

НУБІП України

Масштаби і тенденції використання ВДЕ у 2010 і 2020 році

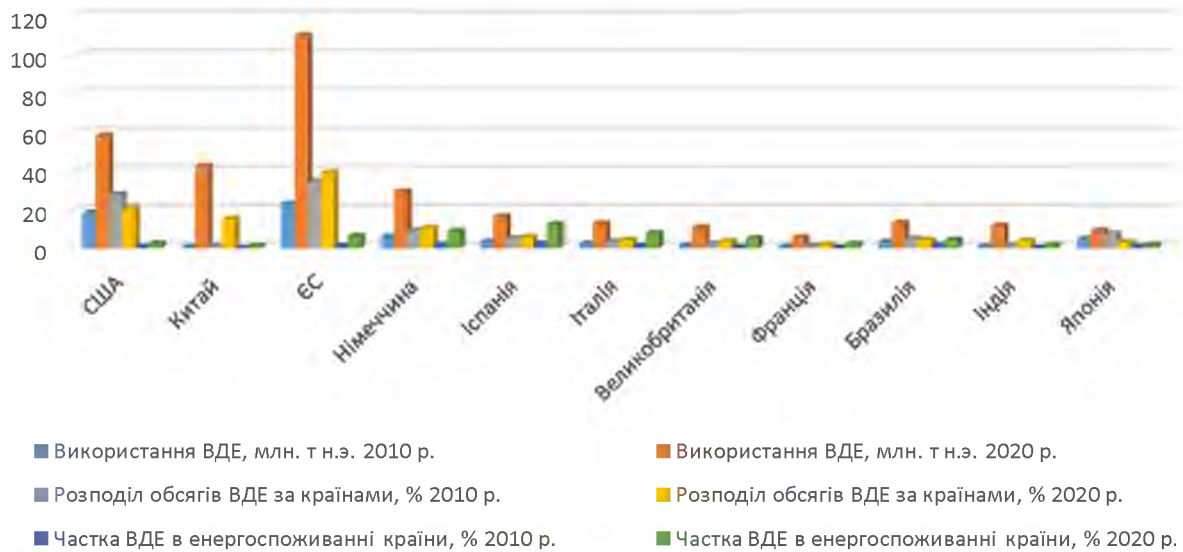


Рис. 2.2 Масштаби і тенденції використання ВДЕ у 2010 і 2020 році

В цілому за період з 2010 по 2020 рр. використання ВДЕ в світі зросло з досить низького рівня в 67 млн. т до 279 млн. т н. е. або ж в 4 рази, в тому числі в країнах ЄС – майже в 5 разів. Серед найбільш активних країн по залученню до ВДЕ – Китай, який збільшив застосування відновлюваних джерел більш, ніж в 50 разів, Індія – майже в 10 разів, Франція і Великобританія – в 6 разів, Італія – в 5 разів, а також Німеччина та Іспанія – майже в 5 разів. Дещо нижчим був приріст у США, Японії та Бразилії, що мали відносно просунуті стартові позиції. До теперішнього часу понад половину світового використання ВДЕ зосереджено в 4 країнах: США (21,0%), Китай (15,4%), Німеччині (10,6%) і Іспанії (6%).

Факторами таких істотних темпів просування ВДЕ були відносно високі ціни на традиційні енергоресурси, прагнення імпортерів до диверсифікації джерел для зміцнення енергобезпеки, посилення екологічних норм і активні стимулюючі заходи і програми розширення ВДЕ в ряді розвинених країн.

За останнє десятиліття частка ВДЕ в енергобалансі ЄС зросла в 5 разів: з 1,3% до 6,6%. Суть намірів керівництва угруповання полягає в тому, щоб до 2030 року довести частку ВДЕ до 20%. Прогрес ряду країн в освоєнні ВДЕ вже досить відчутний: частка відновлюваного палива в енергоспоживанні зросла в Іспанії з 2,5% до 12,6%, Німеччині – з 1,9% до 9,1%, Італії – з 1,4% до 8,2%,

Великобританії – з 0,7% до 5,4%, Бразилії – з 1,9% до 4,7%, Франції – з 0,4% до 2,4%, в США – з 0,8% до 2,6% [61].

В таблиці 2.3 наведено глобальну структуру потужності силових установок за видами енергоресурсів, що використовують відновлювальні джерела енергії.

Таблиця 2.3
Структура потужності силових установок, що використовують ВДЕ, за видами енергоресурсів*

Енергія	Потужність (ГВт)		Розподіл, %		Приріст 2010-2020 рр
	2010 р.	2020 р.	2010 р.	2020 р.	
Всього	85	560	100	100	6,6 рази
Вітроенергетика	48	318	56	57	6,6 рази
Сонячна енергетика					
Фотоелектрична	2,6	139	3	25	> 50 рази
Термодинамічна	0,4	3,4	0,5	1	8,5 рази
Біомаса	< 36	88	< 42	16	+ 17 %
Геотермальна	8,9	12	10	2	+ 35 %

* без урахування гідроенергетики

Название диаграммы



Рис 2.3 Структура потужності силових установок, що використовують ВДЕ, за видами енергоресурсів

У структурі ВДЕ, якщо не враховувати гідроенергетику, найважливішою є вітроенергетика, на яку припадає 57% загальної потужності ВДЕ. Вона використовується в багатьох країнах світу, серед яких (на кінець 2020 рік) лідирують (ГВт) Китай (91), США (61), Німеччина (34), Іспанія (23), Італія (8,6) та Індія (20) [64].

Друге за обсягом відновлюване джерело – сонячна енергія. В електроенергію перетворює енергію сонця фотоелектричним і термодинамічним способами. Перший спосіб більш поширений (25% ВДЕ на кінець 2020 рік) особливо в США і ряді країн Європи, де досить великі сонячні електростанції (від сотень кіловат до мегават). Так, лідерами є (ГВт) Китай (19,9), США (12,1), Німеччина (36), Іспанія (5,6), Італія (17,6) та Індія (2,2) [15].

Біомаса є третім за обсягом відновлюваним джерелом (16% ВДЕ), але її швидкому розвитку перешкоджає обмеженість вільних сільськогосподарських земель. У такій великій країні, як Бразилія, є багаторічний досвід виробництва автомобільного палива з врожайних культур, зокрема, цукрової тростини.

Четверте місце займає геотермальна енергія. Однак її частка незначна – 2% ВДЕ.

Цілком очевидно, що світова економіка виходить на траєкторію істотної диверсифікації паливного забезпечення, і багато чого буде залежати як від технологічних нововведень, так і від торгово-політичних рішень учасників енергетичного ринку.

Потенціал ВДЕ, особливо сонячної та геотермальної енергії, величезний.

Тільки сонце щодня посиляє на Землю в 20 разів більше енергії, ніж її використовує все населення земної кулі за рік. Однак «взяти» цю енергію і зберегти вкрай складно (табл. 2.4).

НУБІП України

Таблиця 2.4

Потенціал відновлювальних джерел енергії в світі, Едж/рік

Джерело енергії	Технічний потенціал	Теоретичний потенціал
Гідроенергія	50	150
Енергія біомаси	> 250	2900
Сонячна енергія	> 1600	3900000
Вітрова енергія	600	6000
Геотермальна енергія	5000	140000000
Енергія океану	-	7400
Всього	> 7500	≈ 144 000 000

НУБІП України

НУБІП України

Теоретичний потенціал ВДЕ оцінюється майже в 144000000 Едж/рік, що в 19 тис. разів перевищує технічний потенціал, який в разі перевершує використовуваний потенціал в даний час. Дані таблиці 2.4 красномовно свідчать також про те, що технічний (а тим більше теоретичний) потенціал нетрадиційних ВДЕ буквально в астрономічних пропорціях перевищує потенціал ВДЕ, використовуваних в основному традиційними способами (біомаса і гідроенергія).

НУБІП України

Враховуючи основоположний характер, екологічну чистоту, повсюдну доступність більшості нетрадиційних ВДЕ, багато країн світу приділяють велику увагу їх розвитку, зробивши цей напрямок важливою сферою своєї державної технічної політики. Більш того, багато з них в останні роки виділяють багатомільярдні кошти на програми в даному секторі енергетики, прийнята і вдосконалюється нормативно-правова база в сфері використання ВДЕ, яка склала правову, економічну та інформаційну основу цього напрямку технічного розвитку. Станом на початок 2021 року більше 70-ти країн мають офіційно встановлені завдання з розвитку ВДЕ (у вигляді частки від кінцевого споживання первинних джерел або від виробництва електроенергії).

НУБІП України

Масштаби і швидкість освоєння окремих видів нетрадиційних ВДЕ залежать від наявності ресурсів і ступеня розробленості відповідних технологій, а в кінцевому рахунку – від собівартості одержуваної енергії. Так, електроенергія, що виробляється на установках нетрадиційних ВДЕ, поки помітно дорожче електроенергії, виробленої на великих ГЕС або ТЕС.

Розвиток відновлюваної енергетики багато в чому залежить від інвестицій. Інвестиції у відновлювану енергетику в 2020 році досягли \$280 млрд. Це на 2,2% більше, ніж у 2019 році, але на 13% менше, ніж у рекордному 2018, [61] і Bloomberg New Energy Finance. Майже половина з них припала на сонячну енергетику, а інвестиції Китаю склали 45% від загальної кількості.

Інвестиції у відновлювану енергетику в розвинених країнах, в цілому, скоротилися на 18,3% в 2020 році, незважаючи на значні обсяги вводів потужностей. Інвестиції зменшилися в розвинених країнах, таких як США (на 6% або на \$2,6 млрд) і Японії (на 28% або на \$5,2 млрд) і в провідних європейських країнах: Німеччині (на 35% або на \$5,6 млрд) і Великобританії (на 65% або на \$14,1 млрд). На відміну від країн, що розвиваються, і країн з економікою, що розвивається, багато розвинених країн відчувають повільне або знижуване зростання попиту на електроенергію, мають значні обсяги існуючих потужностей з виробництва електроенергії і в деяких випадках навмисно уповільнюють впровадження відновлюваної енергетики, щоб більше зосередитися на інтеграції поновлюваних джерел енергії в мережу. Проте, як і раніше існує потреба в політиці, спрямованій на заохочення збільшення інвестицій у відновлювану енергетику, створення технологій і необхідної інфраструктури відповідно до нової реальності відновлюваної енергетики, наприклад, зниження витрат, збільшення частки змінних поновлюваних джерел енергії, необхідність підвищення маневреності і взаємозв'язку секторів і т. д.

Що стосується глобальних нових інвестицій у відновлювану енергетику і палива, Китай склав 45% від загального світового обсягу, в порівнянні з 35% в 2019 році. Європа в цілому з відставанням знаходиться на другому місці з 15%, а США з 14%. В інших країнах ці показники склали одиниці, хоча в більшості

НУБІП УКРАЇНИ

випадків в цих країнах загальне споживання енергії, економічна активність і пов'язані з нею показники були нижчими.

Інвестиції в сонячну енергетику в цілому по світу досягли \$160,8 млрд, що на 18% більше, ніж в 2019 р. Інвестиції в будівництво СЕС склали 57% від усіх інвестицій у ВДЕ, вироблених в 2020 р. (за винятком інвестицій у спорудження великих ГЕС), і перевершують глобальні інвестиції у вугільну і газову генерацію.

Відзначається надзвичайно потужне зростання вкладень у ВДЕ в 2020 р.: в Австралії на 147% (до \$8,5 млрд), в Мексиці на 810% (до \$6 млрд) і в Швеції на 127% (до \$3,7 млрд). У Єгипті інвестиції в ВДЕ виросли в шість разів і склали \$2,6 млрд.

НУБІП УКРАЇНИ

2.3. Економічна оцінка відновлюваних джерел енергії

НУБІП УКРАЇНИ

Для обґрунтування доцільності застосування відновлюваних джерел енергії для виробництва теплової та електричної енергії необхідно провести порівняльний аналіз традиційних теплових електростанцій і установок на основі ВДЕ за показниками енергетичного терміну окупності.

НУБІП УКРАЇНИ

Дані аналітичних оглядів стану енергетичної галузі у світі показують, що відновлювана енергетика стрімко розвивається. Це видно з даних табл. 2.5 зростання встановленої потужності електростанцій на базі основних видів відновлюваних джерел енергії за період 2010-2020 роки в провідних країнах світу (REN21, 2012-2020) [16].

НУБІП України

Таблиця 2.5

Індикатори стану і темпів розвитку відновлюваної енергетики світу [64]

Індикатори (показники)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Інвестиції в нові проекти (щорічно), млрд.	30	40	55	104	130	161	227	279	244
Потужність електростанцій на базі ВДЕ (без ГЕС), ГВт	99	116	136	163	180	250	315	395	480
Виробництво електроенергії на базі БЮ ТЭС, ТВТ ^ч	н.д.*	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	313	335	350
Потужність фотоелектричних станцій ФЕС, ГВт	2,0	3,5	5,1	7,6	16	23	40	71	100
Потужність сонячних термодинамічних станцій, ГВт	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	1,1	1,6	2,5
Потужність ВЕС, ГВт	48	59	74	94	121	159	198	238	283
Теплова потужність сонячних водонагрівальних установок установок, ГВт (тепл.)	77	88	105	125	145	180	195	223	255
Виробництво біоетанолу, млрд. л.	30,5	33	39	53	69	76	85	84,2	83,1
Виробництво біодизелю, млрд. л.	2,1	3,9	6	10	15	17	18,5	22,4	22,5
Кількість країн, які встановили державну мету у використанні ВДЕ	45	52	н.д.	68	75	85	109	118	138
Штати, провінції, країни, які встановили надбавки к тарифам на електроенергію	37	41	н.д.	51	75	88	94	99	99
Штати, провінції, країни, які встановили квоти на виробництво електроенергії на базі ВДЕ	38	38	н.д.	50	55	56	72	74	76
Штати, провінції, країни з квотами на добавки біопалива в бензин	22	38	н.д.	53	55	65	71	72	76

НУБІП України

НУБІП України

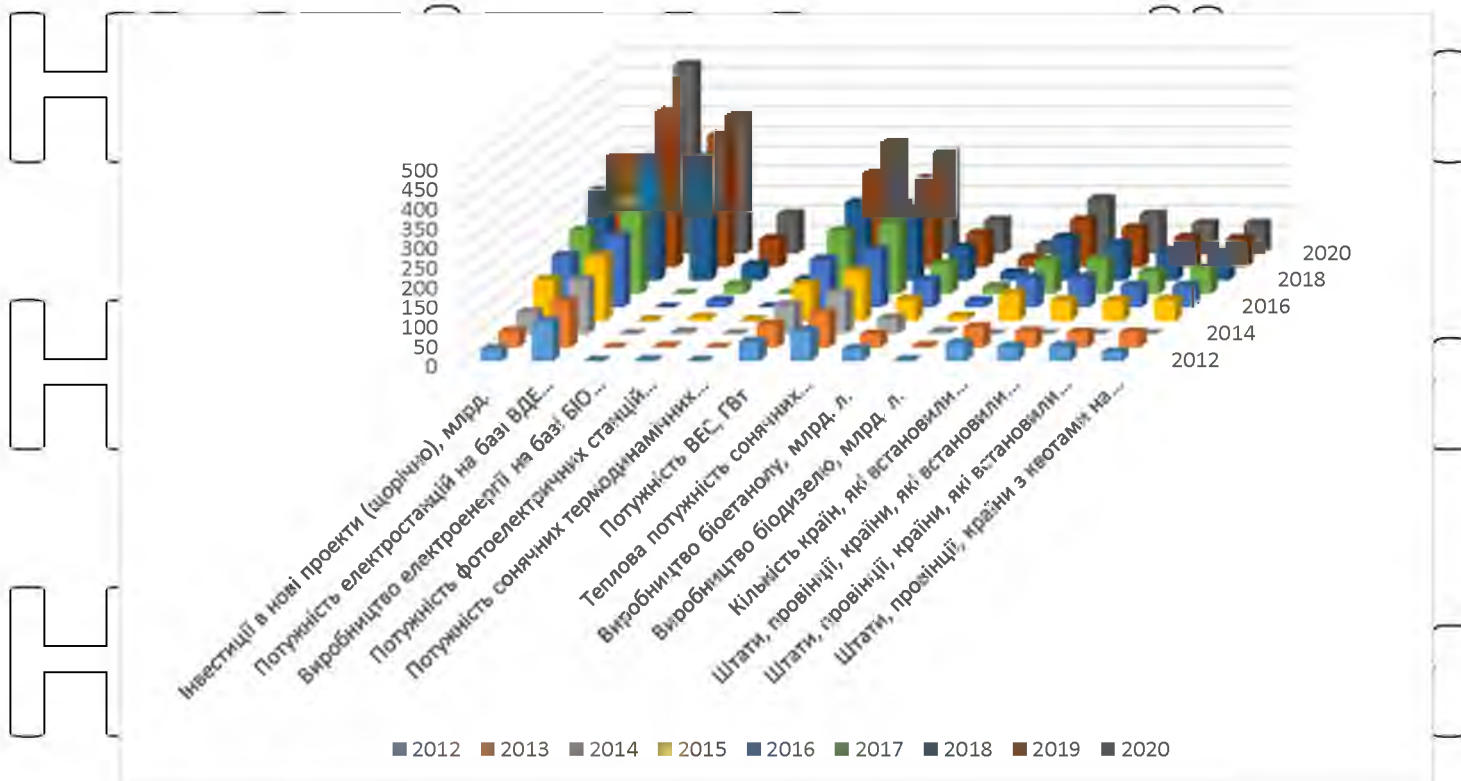


Рис 2.4 Індуктори стану і темпів розвитку відновлюваної енергетики світу

Обсяг інвестицій у проекти відновлюваної енергетики за цей період збільшився з 30 млрд до 244 млрд доларів, тобто, середньорічне зростання інвестицій складало 30%. При цьому встановлена потужність електростанцій на основі ВДЕ збільшилася з 99 ГВт до 480 ГВт.

Для визначення енергетичної ефективності відновлюваної енергетики проведемо її порівняння за цим показником з іншими видами використовуваних джерел енергії, зокрема з тепловими електростанціями.

Енергетична ефективність визначається при оцінці ефективного використання всіх видів паливно-енергетичних ресурсів, споживаних і вторинних. Показником енергетичної ефективності є абсолютна або питома величина споживання або втрат енергетичних ресурсів, які необхідні для виробництва продукції будь-якого призначення або виконання технологічного процесу.

Цей показник залежить від виду теплової електростанції. Вони можуть бути: конденсаційні (КЕС); теплоелектроцентрали (ТЕЦ); газотурбінні установки (ГТУ); паргазові установки (ПГУ); атомні електростанції (АЕС). На КЕС і АЕС

НУБІП УКРАЇНИ

для кінцевого споживання проводиться тільки електроенергія, на ТЕЦ і ГТУ проводиться спільне вироблення електроенергії і теплоти, на ПГУ можливі обидва варіанти. КЕС, АЕС і ТЕЦ працюють з використанням пароводяного циклу Ренкіна, ГТУ використовують газовий цикл, а ПГУ – комбінацію парового і газового циклів.

НУБІП УКРАЇНИ

При розрахунку енергетичної ефективності всі види паливно-енергетичних ресурсів зазвичай приводяться до одного кількісного показника. Таким показником може бути:

НУБІП УКРАЇНИ

- фізичний еквівалент енергії, укладений в ресурсі і який відповідає першому закону термодинаміки;
- відносна працездатність (другий закон термодинаміки);
- кількість теоретично корисної енергії, яка може бути отримана з ПЕР в розглянутих умовах.

НУБІП УКРАЇНИ

Для теплових електростанцій основним показником енергетичної ефективності є їх ККД і питома витрата палива. При цьому необхідно мати на увазі, що цей ККД має два значення. ККД1 – це відношення виробленої енергії до витраченої, а ККД2 – відношення відпущеної енергії до витраченої. Різниця між цими значеннями показує втрати і споживання виробленої енергії на власні потреби.

НУБІП УКРАЇНИ

Відомо, що ККД теплової електростанції визначається:

$$\eta_{\text{ТЕС}} = \frac{P_E}{B \times Q_H^P} \quad (2.1)$$

НУБІП УКРАЇНИ

де P_E – електрична потужність, вироблена ТЕС; B – витрати палива на вироблення електроенергії; Q_H^P – теплота згоряння робочого палива.

НУБІП УКРАЇНИ

Тоді витрата палива на ТЕС для вироблення електричної потужності P_E визначається формулою:

НУБІП УКРАЇНИ

$$B = \frac{P_E}{\eta \times Q_H^P} \quad (2.2)$$

Питома витрата палива визначається відношенням повної витрати палива до виробленої енергії за розглянутий період.

Крім того, при порівнянні двох видів джерел енергії велике значення має якість споживаної або виробленої енергії, тобто її здатність здійснювати корисну технічну роботу. Максимальна корисна робота, яку може зробити енергія при перекладі її до рівня параметрів навколишнього середовища, називається ексергією. Її примірні значення для розглянутих джерел дорівнюють:

- електроенергія – 95% і більше;
- теплота спалюваного палива – 20-40%;
- джерела механічної енергії: вітрова – 30%, енергія малих річок і водотоків – 60%, хвильова і приливна – 65%;
- теплові сонячні колектори – 35%;
- фотоелектричні перетворювачі – 15%.

Якщо розглядати ці джерела для їх перетворення в теплову енергію, то найбільшою ефективністю володіє електрична енергія. Однак її використання, наприклад, для цілей опалення, буде дуже енерговитратним. Тому з точки зору ексергії, краще використовувати поновлювані джерела енергії.

Іншим параметром, що характеризує енергетичну ефективність відновлюваної енергетики, є період, протягом якого електроустановка або електростанція буде виробляти таку ж кількість енергії, яке було витрачено на її створення, монтаж, експлуатацію та інші витрати, пов'язані з роботою електростанції. Цєю енергією, яка називається зв'язаною, визначається

термін енергетичної окупності електростанції на відновлюваних джерелах енергії [6]

$$T_{ок} = \frac{E_c}{E_B}, \text{ років} \quad (2.3)$$

де E_c – пов'язана електроенергія, кВт/год; E_B – середнє річне значення виробництва електроенергії електростанцією, кВт год/рік.

Для різних об'єктів відновлюваної енергетики цей термін буде різний. Наприклад, для фотоенергетичної станції потужністю 62 МВт з максимальним

ККД сонячних модулів 16%, енергетична окупність становить близько 6-ти років. Це значення отримано для умов Іспанії з середньорічним приходом сонячної радіації 1900 кВт·год/м² на рік.

Для місцевості з приходом сонячної енергії 1700 кВт·год/м² на рік в залежності від виду сонячного модуля (монокристалічний, полікристалічний або аморфний) термін енергетичної окупності становить відповідно від 2,2 до 0,75 років. Основною складовою пов'язаної енергії в даному випадку є технологічний процес виробництва напівпровідникового кремню сонячної градації і самих сонячних елементів. Практично такі ж показники мають і вітроелектростанції, тобто мають високу енергетичну ефективність.

Якщо з цих позицій розглядати теплові і атомні електростанції, то енергетичний термін їх окупності теоретично дорівнює нескінченості, тому що для виробництва електричної або теплової енергії вони постійно споживають енергію у вигляді палива. Перетворення цієї енергії в інші види йде з ККД, який завжди менше одиниці.

Це порівняння показує, що використання при виробництві енергії поновлюваних джерел енергії, допоможе людству вирішити проблеми енергетичної кризи.

Доречно відзначити вкрай низьку частку даного показника порівняно з іншими країнами світу (рис. 3.8), що націлює на оцінку перспектив подальшого розвитку відновлюваної енергетики в Україні.

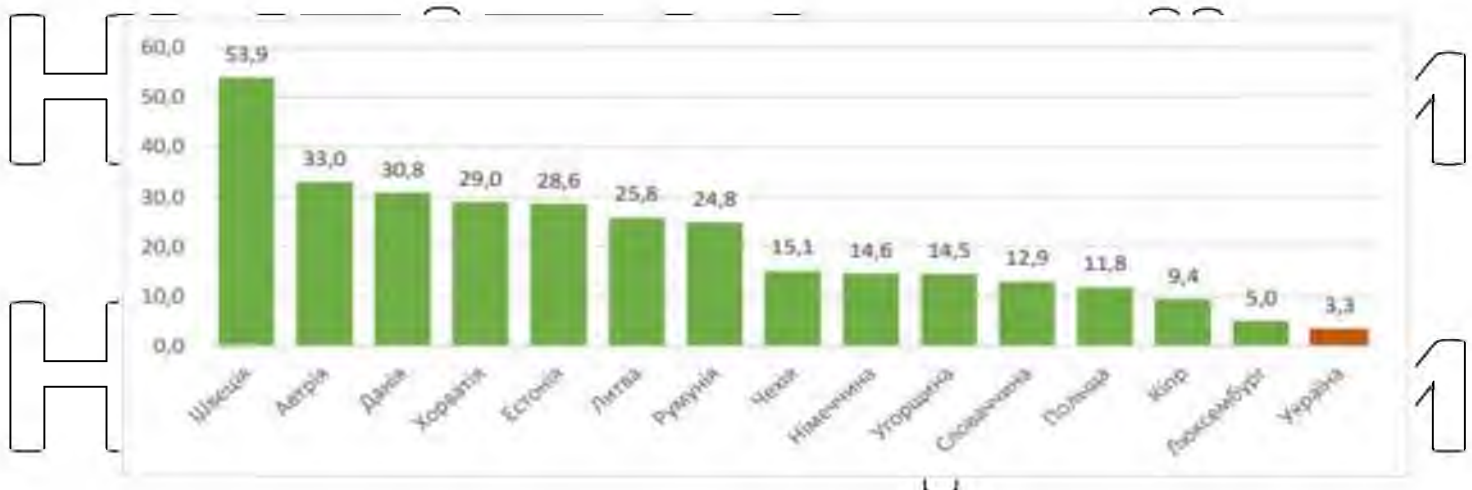


Рис. 2.5. Частка відновлюваних джерел енергії у кінцевому споживанні енергії у країнах Євросоюзу в відсотках

При розробці управлінських рішень щодо досягнення енергонезалежності країни необхідно орієнтуватися на аналіз енергетичного стану країни не тільки в цілому, але й враховувати регіональний аспект, що дозволить виявляти найбільш енергозалежні області. Кожний з регіонів України характеризується особливими умовами соціально-економічного розвитку. Вони пов'язані з географічним розташуванням, запасами корисних видобувних ресурсів, структурою виробництва та надання послуг, що обумовлює розвиток промислової або сільськогосподарської сфери чи сфери обслуговування тієї чи іншої області.

Рівень енергонезалежності є наслідком загального соціально-економічного розвитку регіону. Визначення регіональних особливостей у функціонуванні енергетичного сектора дає можливість зробити висновки щодо загального стану енергонезалежності країни. Регіональний потенціал енергетичної незалежності формують засоби, запаси паливно-енергетичних ресурсів і джерела, що є в наявності регіону і які можуть задовольнити енергетичний попит з боку виробництва та населення. Підтвердження такому тлумаченню потенціалу регіону знаходимо в сучасному економічному словнику Б. Райзберга, який розглядає потенціал як засоби, запаси, джерела, що є в наявності, які можуть бути мобілізовані, приведені в дію, використані для досягнення певної мети, здійснення плану, вирішення певної задачі.

Визначення диференціації розвитку енергетичного сектору за регіонами України представляє собою багатоаспектний аналіз і не може проводитися за якоюсь однією ознакою. Тому здійснена диференціація рівня

енергонезалежності на основі розрахунку абсолютних, відносних та середніх величин, що виконують синтетичні та аналітичні функції, динамічні 84

характеристики (темпи динаміки), які обрано на основі логічного аналізу, попередніх досліджень соціально-економічного розвитку регіонів, а також показників, запропонованих у даному дослідженні. Тобто для оцінювання стану

та розвитку енергетичного сектору в регіонах сформовано систему показників, а

саме: виробництво та споживання, імпорт та експорт ПЕР, рівень впливання інвестицій, стан енергетичного обладнання, енергоємність виробництва, ціна на ПЕР тощо. Задля розробки інтегрального показника енергонезалежності

використано методичний підхід, що базується на багатовимірному угрупованні

(або багатовимірних класифікаціях) з застосуванням різних способів стандартизації показників (в залежності від соціально-економічної сутності певного показника). Визначення регіональної диференціації областей України й

особливостей функціонування підприємств енергетичного комплексу в роботі

пропонується виконувати на основі розрахунку інтегрального коефіцієнта

розвитку енергетики.

Для розрахунку цього показника застосовано метод багатовимірної класифікації, результатом використання якого є визначення багатовимірної середньої стандартизованих значень ознак :

$$\bar{z}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m z_{ij}$$

де z_{ij} - стандартизоване значення і-го показника у j-го об'єкта. Як видно, кожному з показників енергетичного сектору регіонів надано однакову вагу. Цей

підхід прийнято, щоб уникнути суб'єктивізму в оцінках інтегрального коефіцієнту по регіонах.

Багатовимірна середня є інтегральною оцінкою об'єкта в багатовимірному просторі. Через те, що ознаки інформаційного простору, на основі якого

розраховується багатовимірною середньою, представлені різними одиницями виміру, то застосовують процедуру стандартизації (або нормування).

У роботі за основу було обрано такий спосіб нормування показників:

- для стимуляторів: $Z_{ij} = \frac{X_{ij} - X_j^{\min}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}};$

- для дестимуляторів: $Z_{ij} = \frac{X_j^{\max} - X_{ij}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}}.$

Нормування показників здійснено на основі варіаційного розмаху, тому що використання цього способу нормування показує відносну позицію i -ої одиниці сукупності у діапазоні варіації i -ої ознаки, - при високих значеннях i -ої ознаки Z_{ij} прагне до 1, а при низьких – до 0. Ця властивість притаманна також і інтегральній оцінці, тобто чим вище рівень розвитку регіона, тим ближче до 1 буде її значення.

У якості характеристик рівня енергонезалежності в регіонах застосовані економічні показники, які визначають потенціал енергетичної незалежності, серед яких виділено наступні:

1) енергоемність виробництва (x_1). Енергоемність ВРП – узагальнюючий макроекономічний показник, що характеризує рівень витрат ПЕР на одиницю виробленого ВРП, одна з фундаментальних характеристик енергоефективності економіки як регіону, так і країни в цілому.

2) експорт (x_2), імпорт (x_3) енергетичних продуктів та частка імпорту ПЕР у загальному обсязі імпорту товарів (x_4). Зовнішня торгівля ПЕР є одним з головних факторів розвитку енергетичного комплексу як України, так і її областей, оскільки через недостатність видобутку власних ПЕР (зокрема, природного газу, нафти) Україна змушена закупати їх в інших країнах, через що вже тривалий час наша країна є імпортозалежною від інших держав. До того ж, Україна експортує інші ПЕР, які не у повному обсязі використовує для покриття потреб населення та економіки. Саме тому ці фактори були включені у розрахунок інтегрального коефіцієнта.

3) аналіз стану та розвитку енергетичного сектору у розрізі регіонів неможливий без визначення споживання ПЕР у кожному з них, оскільки від рівня даного показника залежить ступінь енергоефективності регіону. Оскільки

регіони характеризуються різною чисельністю населення, яка впливає на рівень споживання ПЕР, з метою порівнянності даних у роботі запропоновано показник загального обсягу споживання ПЕР на душу населення (x_5).

4) важливу роль у визначенні інтегрального показника відіграє обсяг реалізованої продукції добувної промисловості та розробки кар'єрів (x_6).

Добування корисних копалин і розроблення кар'єрів включає добування мінералів, які зустрічаються в природі у вигляді твердих порід (вугілля та руди), у рідкому (нафта) та газоподібному стані (природний газ). Добування корисних копалин класифікують у розділах, групах і класах за видом основної мінеральної

сировини, що її добувають. Розділи 05 та 06 включають добування

паливноенергетичних корисних копалин (кам'яного вугілля, бурого вугілля, нафти, газу), розділи 07 та 08 включають добування металевих руд, інших мінералів і продукції кар'єрів. Як і в попередньому випадку, даний показник

також представлений у розрахунку на душу населення регіону. Кожен з представлених факторів має різний характер впливу на інтегральний коефіцієнт енергетичної незалежності регіону, тому всі показники були розділені на відповідні групи: стимулятори і дестимулятори (табл. 2.6).

НУБІП України

Таблиця 2.6

Фактори інтегральної оцінки енергетичної незалежності регіонів України

Показники енергетичного сектору

Розподіл показників у залежності від

впливу на рівень енергетичної

незалежності регіону

(стимулятор/дестимулятор)

НУБІП України

Енергоємність виробництва

Дестимулятор

Експорт мінерального палива, нафти та

Стимулятор

продуктів її перегонки

НУБІП України

Імпорт мінерального палива, нафти та

Дестимулятор

продуктів її перегонки

НУБІП України

Частка імпорту ПЕР у загальному обсязі

Дестимулятор

імпорту товарів

Споживання ПЕР на душу населення

Дестимулятор

НУБІП України

Обсяг реалізованої продукції добувної

Стимулятор

промисловості та розробки кар'єрів на

душу населення

Рівень енергонезалежності кожного регіону в 2019 р. представлено у вигляді пелюсткової діаграми на рис. 2.6.

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 2.6. Рівень енергонезалежності регіонів України у 2019 р.

Максимальний рівень інтегральної оцінки енергонезалежності у 2019 р. спостерігається у Чернівецькій (0,6396), Сумській (0,6365) та Херсонській (0,6360) областях, мінімальний – у Донецькій (0,2820) та Луганській (0,3341) областях.

Проте слід зазначити, що навіть найвищий показник енергонезалежності у Чернівецькій області (0,6396) є низьким, що свідчить про залежність країни в цілому від імпорту ПЕР. Враховуючи, що у нашому випадку нормативні значення розраховано на основі фактично досягнутих показників отримані результати мають завищену оцінку. Якщо за базу нормування взяти, наприклад, еталонні значення показників, то результати інтегрального коефіцієнта мали б ще нижчі оцінки.

Причинами низького рівня енергонезалежності східних областей (зокрема, Донецької та Луганської областей) є високий рівень споживання ПЕР на душу населення та, відповідно, високий рівень енергоемності. Така ситуація зумовлює нарощування закупівель ПЕР у інших країнах, тому даним областям притаманна висока частка імпорту ПЕР у загальному обсязі імпорту товарів. В цих областях зосереджені найбільш енергоемні сфери діяльності, що спричиняє збільшенню

споживання енергії. Крім того, бойові дії на Сході, проведення АТО призвело до закриття багатьох шахт, інших підприємств, що негативно відобразилося на енергетичному стані областей. Крім того, застаріле обладнання, високий рівень технічної зношеності, недостатність інвестицій – також є факторами зниження рівня енергетичної незалежності цих регіонів та підвищення енергоємності виробництва.

З метою виділення однорідних груп за інтегральною оцінкою енергетичної незалежності та розробки заходів щодо покращення енергетичної ситуації у кожній з них було виконано групування з використанням різних підходів до визначення величини інтервалу. Групування з рівними інтервалами та інтервалами, які змінюються в арифметичній прогресії, виявилися неефективними через зосередженість більшості областей в одній групі (з рівними інтервалами – 16 регіонів у межах 0,5502-0,6396, з інтервалами в арифметичній прогресії – 20 регіонів у межах 0,4966-0,6396).

Під час вивчення соціально-економічних явищ на макrorівні часто застосовують угруповання, інтервали яких будуються довільно, тому виходячи з результатів дослідження, було виділено такі групи за рівнем енергонезалежності регіонів:

- до 0,4000 – вкрай низький рівень енергонезалежності (проблемні регіони);
- 0,4001-0,5500 – низький рівень енергонезалежності;
- 0,5501-0,6000 – середній рівень (перспективні регіони);
- більше 0,6001 – високий рівень енергонезалежності (регіони-лідери).

2.4. Моделювання та прогнозування ринку відновлювальних джерел

Важливим методологічним питанням в економічному аналізі діяльності агровиробників є визначення впливу факторів виробництва на результативні економічні показники.

Аналіз їх впливу дає можливість сформулювати об'єктивні висновки про результати діяльності підприємства, виявити резерви підвищення його ефективності, побудувати обґрунтовані управлінські рішення для виробництва конкурентоспроможної продукції.

Однією з форм економіко-статистичного моделювання є кореляційне моделювання.

Кореляційний і регресійний аналіз тісно пов'язані. При виконанні попередніх умов кореляційного аналізу також виконуються попередні умови регресійного аналізу. В економічних дослідженнях використовуються можливості обох напрямків аналізу, і тому метод в цілому називається кореляційним і регресійним аналізом.

Кореляційна модель називається рівнянням регресії, в результаті чого економетрична модель називається системою рівнянь і тотожностей регресії. [5]

Аналітичні можливості в основному закладені в параметри і характеристики рівняння, а також в ряд похідних показників для цього типу аналізу.

У загальному випадку рівняння в економетричній моделі має вигляд:

$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_m, u)$, де Y - результат або залежна змінна, змінна якої описує це рівняння; x_1, x_2, \dots, x_m - це фактори або незалежні змінні, які визначають поведінку Y .

Мінлива u містить частину руху Y , що не пояснюється змінними x_1, x_2, \dots, x_m і є випадковою. Символ f відображає аналітичний тип відносин між досліджуваними змінними. Процес економетричного моделювання складається з наступних етапів:

1) вибір конкретної форми аналітичної взаємозв'язку між економічними показниками (модель специфікації) на основі відповідної економічної теорії;

2) збір і підготовка статистичної інформації;

3) оцінка параметрів моделі;

4) перевірка адекватності моделі та достовірності її параметрів;

5) застосування моделі для прогнозування розвитку економічних процесів з метою їх подальшого управління. [3]

Економетричні моделі класифікуються залежно від складності причинно-наслідкових зв'язків між показниками, що характеризують економічну систему.

В майбутньому ми будемо використовувати термін «змінна».

На практиці економічний процес змінюється під впливом безлічі різних чинників, які необхідно вміти ідентифікувати і оцінювати. Якщо змінна y

залежить від незалежних змінних x_1, x_2, \dots, x_m і відносини між ними є лінійними,

то економетрична модель буде виглядати наступним чином:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m + u$$

де y - залежна змінна; x_1, x_2, \dots, x_m - незалежні змінні, a_0, a_1, \dots, a_m - невідомі детерміновані параметри; u - випадкова складова обурення, $u = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$.

Параметри моделей засновані на методі найменших квадратів. Рівняння оцінки для цієї моделі виглядає наступним чином:

$$\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1x_1 + \hat{a}_2x_2 + \dots + \hat{a}_mx_m \quad \text{де } \hat{a}_0, \hat{a}_1, \dots, \hat{a}_m - \text{ оцінки невідомих}$$

параметрів a_0, a_1, \dots, a_m .

У складній економічній системі можна розділити на внутрішні (наприклад, чисельність працівників, обсяг виробництва і т.д.) змінні і зовнішні (кліматичні умови, пропозиція ресурсів і т.д.). Регресивні системи і рекурсивні системи.

Основні вимоги до факторів, включених в економетричну модель. Кожен з факторів повинен бути обґрунтований теоретично. Доцільно включати в список тільки найбільш важливі фактори, що роблять істотний вплив на досліджувані показники. Рекомендується, щоб число чинників, включених в модель, не

перевишувало однієї третини числа спостережень в вибірці (довжина часового ряду).

Моделювання – це досить складний процес, в ході якого потрібно забезпечити відповідність моделі реальній ситуації. Основними вимогами до ефективно працюючої моделі є простота розуміння і використання для користувача. Модель повинна: відтворювати ситуацію, яка реально існує в маркетинговій системі; включати достатню кількість факторів, що відтворюють ситуацію.

Прогнозні моделі використовуються для прогнозування стану системи при зміні факторів. Наприклад, при моделюванні системи розподілу для продукту треба передбачити можливі зниження обсягів збуту і торгових місць у випадку перебоїв з постачанням тощо.

У практиці ринкових досліджень і прогнозування найчастіше застосовуються такі методи: економіко-статистичних досліджень, багатфакторного математичного моделювання, соціологічних досліджень, експертних оцінок, аналогії, імітаційного моделювання, екстраполяції.

Існує метод моделювання ринку, який використовується в основному підприємствами, які виробляють товари промислового призначення, для оцінки ринкового потенціалу міста, регіону або країни на основі виявлення всіх потенційних покупців на ринку і оцінки їх можливих придбань.

Метод сценаріїв дозволяє перейти від деталізованого опису стратегічних і оперативних ризиків, характерних для кожного виду діяльності підприємства до оцінювання найбільш вірогідного, песимістичного і оптимістичного варіантів розвитку.

При розробці сценаріїв розвитку аграрного підприємства узгоджуються стратегічні ризики розвитку підприємства в цілому та окремих видів діяльності, зокрема, з оперативними ризиками – ризиками управління забезпеченням, виробництвом і збутом [18].

А оцінка ризику повинна утілюватися в показниках планових завдань: напружених – котрі відповідають оптимістичному сценарію, найреальніших – для найбільш вірогідного сценарію та занижених для песимістичного сценарію.

Одним з основних методів є кореляційно-регресійний аналіз.

Кореляційний аналіз – це метод кількісної оцінки взаємозв'язку між статистичними ознаками, що характеризують окремі соціально-економічні процеси. Цей метод дає нам найбільш точні значення, щоб визначити які із факторів найбільше впливають на результативну ознаку.

Статистичний метод застосовують для моделювання у тих випадках, коли підприємство має значний обсяг аналітико-статистичної інформації за певний час щодо результативності здійснення господарських угод та ін.

Сутність статистичного методу моделювання базується на теорії ймовірностей розподілу випадкових величин. Це означає, що, маючи достатню інформацію у минулих періодах конкретних видів господарської діяльності, будь-який суб'єкт господарювання може оцінити ймовірність їх реалізації у майбутньому [6].

За допомогою статистичного методу можна моделювання не тільки конкретної угоди, але й ринок в цілому.

Перевагою цього методу моделювання є нескладні математичні розрахунки, а явним недоліком – необхідність великої кількості вихідних даних, тому що чим більше масив статистичних даних, тим більша достовірність оцінки самого ризику.

Тому статистичним методом неможливо користуватись, якщо підприємство нове або з якихось причин відсутня статистична інформація.

Статистичним методом моделюють через розрахунок коливання (мінливості) можливого результату. На практиці використовують для характеристики ступеня мінливості: дисперсію та середньоквадратичне відхилення [4].

Дисперсія

НУБІП УКРАЇНИ - математичне сподівання квадрату відхилень можливих значень випадкової величини від її середнього значення, або
- середнє зважене з квадратів відхилень результатів від очікуваних.

Формула для розрахунку дисперсії має вигляд

НУБІП УКРАЇНИ
$$D = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot P_i, \quad (2.1)$$
 де x_i - значення, які може приймати випадкова величина в залежності від конкретних умов;

\bar{x} - середньоочікуване значення випадкової величини;

P_1, P_2, \dots, P_n - ймовірність можливих значень випадкової величини.

НУБІП УКРАЇНИ Очікувати розкид можливих значень випадкової величини від її середнього значення можна також середньоквадратичним відхиленням, що є коренем квадратним з дисперсії.

НУБІП УКРАЇНИ
$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot P_i}$$

Економічний зміст середньоквадратичного відхилення з точки зору теорії

ризиків у тому, що воно виступає характеристикою конкретного ризику, яка

НУБІП УКРАЇНИ показує максимальне можливе коливання величини від її середньоочікуваного значення.

Це дозволяє використовувати середньоквадратичне відхилення як

показник ступеня ризику з погляду ймовірності його реалізації. При цьому чим

НУБІП УКРАЇНИ більше величина середньоквадратичного відхилення, тим ризикованим є певне управлінське рішення та відповідно більш ризикований шлях розвитку підприємства.

Середньоквадратичне відхилення вимірюється у тих одиницях, що й

випадкова величина, яка аналізується.

НУБІП УКРАЇНИ Дисперсія і середньоквадратичне відхилення виступають мірою абсолютної мінливості. При кількісному аналізі ризиків застосовують також коефіцієнт варіації, що є відносною мірою мінливості.

Коефіцієнт варіації — співвідношення середньоквадратичного відхилення результатів до середньої (оцікуваної) величини результатів.

Формула для розрахунку коефіцієнта варіації має вигляд

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Коефіцієнт варіації — це відносна величина. Тому на його розмір не впливають абсолютні значення показника, що аналізується. За допомогою коефіцієнта варіації можна порівнювати мінливість ознак, що виражені у різних одиницях вимірювання.

Факторний аналіз — як один з методів аналізу, кількісно описує вплив факторів на зміну результативного показника у динаміці зміни узагальненого показника.

Методи факторного аналізу застосовуються в тих випадках, коли існує можливість розрахувати вплив окремих факторів на результативний показник на основі моделі факторної системи. Мета факторного аналізу — виявлення найбільш суттєвих факторів і визначення ступеню їх впливу на кінцевий результат.

Таблиця 2.7

Фактори для побудови моделі

Рік	Загальне постачання енергії від відновлювальних джерел, тис. т. н.е.	Площа посіву ріпака Га	Імпорт газу тис. т. н.е.
1999	1493,48	223 000	50274,91
2000	1231,49	156 700	49672,74
2001	1297,53	108 400	47757,98
2002	1091,25	70 000	47162,88
2003	1058,57	54 100	50687,42

Продовження Таблиці 2.7

2004	1275,00	107 300	52115,03
------	---------	---------	----------

2005	1327,88	195 200	50491,14
2006	1932,09	386 800	42124,31
2007	2384,00	799 900	40449,00
2008	2604,00	1 379 600	42464,00
2009	2463,00	1 013 700	30650,00
2010	2611,00	862 500	29551,00
2011	2514,00	832 700	36179,00
2012	2476,00	547 000	26590,00
2013	3166,00	996 090	22589,00
2014	2797,00	865 300	15720,00
2015	2700,00	671 100	13288,00
2016	3616,00	449 300	8809,00
2017	3906,93	785 700	11262,40
2018	4301,47	1 039 300	8459,07
2019	4347,39	1 279 200	9506,12

Будуємо кореляційну матрицю.

Столбец1	Загальне постачання енергії від відновлювальних джерел	Площа посіву ріпаку	Імпорт газу
Загальне постачання енергії від відновлювальних джерел	1		
Площа посіву ріпаку	0,788158499	1	
Імпорт газу	-0,92472028	-0,13174908	1

Рисунок 2.7 Кореляційна матриця

Як бачимо між загальним постачанням енергії від ВДЕ, імпортом газу та площею посіву ріпаку спостерігається тісний зв'язок, а також дуже слабкий зв'язок між площею посіву ріпаку та імпортом газу що вказує на відсутність мультиколінеарності.

Будуємо багатofакторну економетричну модель. За даними розрахунків маємо такі значення параметрів моделі.

Регресійна статистика

НУВБІП України

Коефіцієнт кореляції	0,961427228
Коефіцієнт детермінації	0,924342314

Нормований Коефіцієнт детермінації 0,915935905

Стандартна помилка

НУВБІП України

Standard Error	301,647267		
Observations	21		
Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value

Загальне постачання **3378,713312** 281,3003056 12,01105454 **4,97225E-10**

Площа ріпаку **0,000844489** 0,000208076 4,058557399 **0,00073716**

Імпорт газу **-0,045476178** 0,00535484 -8,492536744 **1,03587E-07**

Отже, рівняння економетричної моделі, яка описує кількісний зв'язок між загальним постачанням енергії з ВДЕ та факторами впливу на неї має такий вигляд: $Y = 3378,71 + 0,0008x_1 - 0,0454x_2$

Дану модель можна інтерпретувати наступним чином, при зростанні площі посіву на одиницю, виробництво енергії збільшиться на 0,0008 одиниці, при збільшенні обсягу імпорту газу на одиницю, виробництво енергії зменшиться на 0,0454 одиниць.

Визначаємо загальну якість моделі за коефіцієнтом детермінації: $R^2 = 0,9243$, Це означає, що варіація валового збору соняшника на 92 % зумовлена варіацією наведених факторів. Множинний $R=0,9614$, відповідає коефіцієнту кореляції – зв'язок між y та факторами тісний.

Дослідимо динаміку загального постачання енергії від ВДЕ та розрахуємо короткостроковий прогноз за допомогою методу Хольта.

Розглянемо модель Холта ..

У моделі Холта параметри $a_0(t)$ і $a_1(t)$ оцінюються за допомогою двох ковзних середніх, що мають різні незалежні параметри згладжування. Коефіцієнт $a_1(t)$

оцінюється як експонентна середня приростів параметра $\widehat{a_0(t)}$. Уведемо позначення для приросту параметра $a_0(t)$ у момент t

$$p(t) = a_0(t) - a_0(t-1)$$

Тоді відповідно до моделі Холта:

$$a_1(t) = \alpha_1 p(t) + (1 - \alpha_1) a_1(t-1), \quad (*)$$

де $0 \leq \alpha_1 \leq 1$ — перший параметр згладжування.

Коефіцієнт $a_0(t)$ є експонентна середня рівнів ряду, обчислена з урахуванням виправлення на попередній приріст $a_1(t-1)$:

$$a_0(t) = \alpha_0 y_t + (1 - \alpha_0) a_0(t-1) + (1 - \alpha_0) a_1(t-1), \quad (**)$$

де $0 < \alpha_0 < 1$ — другий параметр згладжування, що не залежить від α_1

Прогноз у момент t на L кроків уперед здійснюється за формулою

$$\hat{y}_{t+L} = a_0(t) + a_1(t) \cdot L.$$

Якщо позначити помилку прогнозу, зробленого в момент $t-1$ на момент t через e_t тобто

$$e_t = y_t - \hat{y}_t = y_t - a_0(t-1) - a_1(t-1),$$

то співвідношення (*) і (**) можна переписати у

вигляді:

НУБІП України

$$a_0(t) = a_0(t-1) + \alpha_0 e_t;$$

$$a_1(t) = a_1(t-1) + \alpha_1 e_t,$$

які можна використовувати для виправлення прогнозів при одержанні додаткових даних.

У моделі Холта, таким чином, використовується два незалежні параметри згладжування - α_0 і α_1 але залишаються ті ж питання, що і при застосуванні

експонентної середньої:

- які повинні бути значення α_0 і α_1
- як задати початкове значення $a_0(0)$ і $a_1(0)$

Холт використовував значення $\alpha_0=0,1$, $\alpha_1 = 0,01$. Практично всі автори, що

займаються прогнозуванням з використанням експонентної середньої, рекомендують $0,1 < \alpha_0 < 0,3$ і $0,01 < \alpha_1 < 0,250$. Значення a_0 варто вибрати як середнє декількох початкових значень рівнів ряду, а значення a_1 - як середнє декількох початкових значень перших різниць рівнів.

При побудові моделі Холта були узяті такі початкові значення коефіцієнтів $a_0(0)$ і $a_1(0)$

Перш за все метод Хольта використовується для прогнозування часових часових рядів, коли існує тенденція зростання чи спадання значень часового ряду.

НУБІП України

НУБІП України

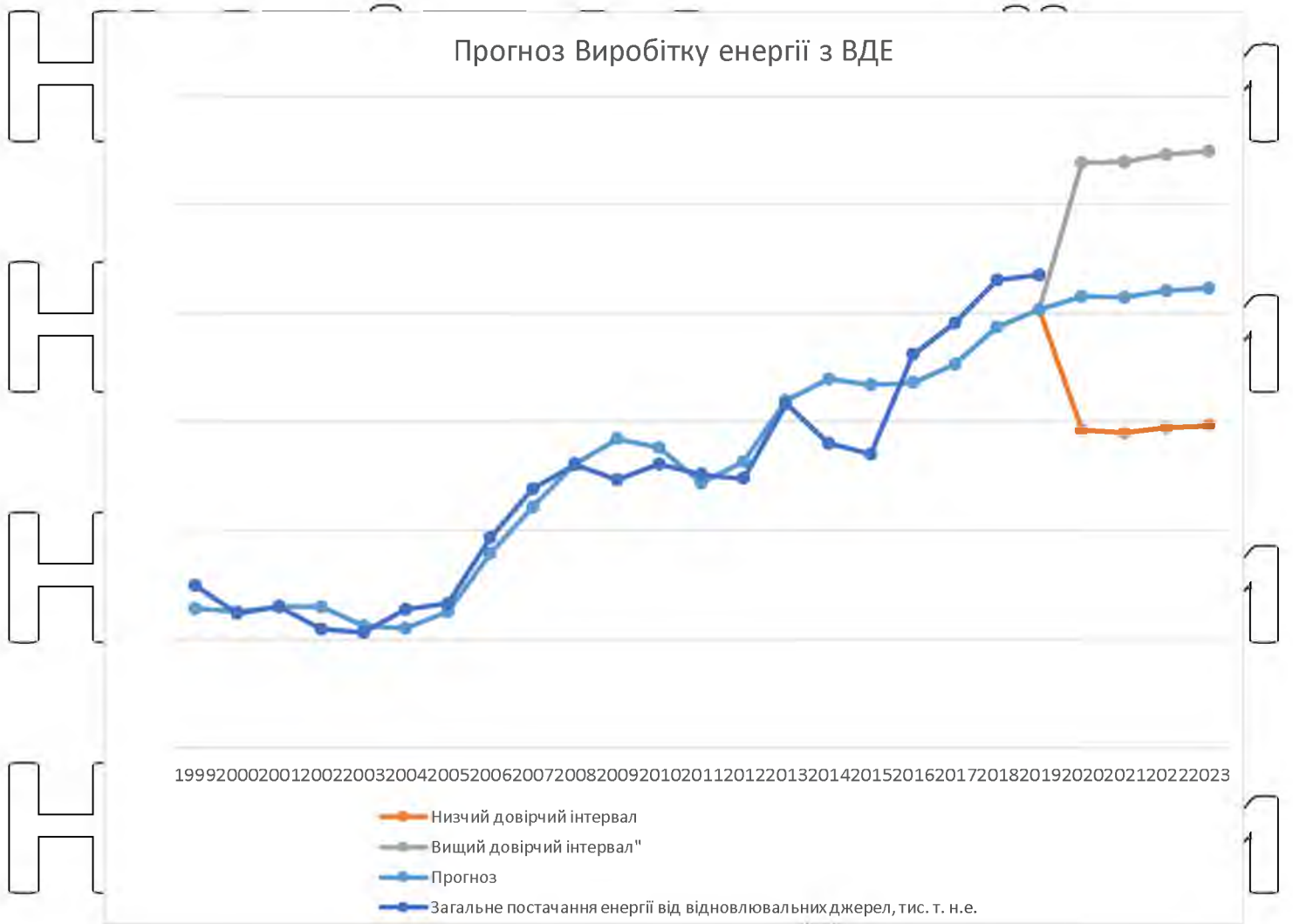


Рисунок 2.8 Динаміка загального постачання енергії від ВДЕ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

3.1. Аналіз та оцінка програм розвитку відновлюваних джерел енергії

Розвиток відновлюваних джерел енергії України закріплено на державному рівні у Національному плані дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року та Енергетичній стратегії (ВДЕ) України на період до 2030 року. Згідно даних документів до 2020 р. частка ВДЕ в загальній структурі енергоспоживання країни повинна скласти 11%, до 2035 р. – 35%.

Головним стратегічним документом, що регулює питання розвитку вітчизняної відновлюваної енергетики, є Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Її слід розглядати як основу для розробки програм з розвитку відновлюваної енергетики, у т.ч. регіональних.

Однак слід зазначити, що в оновленій Енергетичній стратегії розвитку відновлюваної енергетики приділяється недостатньо уваги. Не зважаючи на потужний технічно досяжний та економічно доцільний потенціал ВДЕ України, частка відновлюваної енергетики у 2030 р. в структурі загальної встановленої потужності закладена лише на рівні 12,6% або 8 ГВт (16 ГВт включно з великими гідроелектростанціями) при річному обсязі генерації електроенергії 14 ТВт-год (28 ТВт-год включаючи великі ГЕС). У стратегії розглядається можливість

розвитку виробництва і теплової енергії на базі ВДЕ на основі технології прямого спалювання біомаси (в основному у вигляді деревини та відходів сільського господарства), використання геотермальної енергії, сонячних колекторів, а також теплових pomp. Передбачається перехід на використання бензину з 10% вмістом етанолу до 2020 р. і 15% вмістом етанолу – до 2030 р., а також перехід на використання дизельного палива зі 7% вмістом біодизелю до 2030 р. При цьому прогнозується активніший розвиток виробництва і споживання біодизелю тільки з 2020 р. завдяки зниженню собівартості його виробництва [20, с. 112].

НУВБІП УКРАЇНИ

Основою даного документу залишається орієнтування на викопні джерела енергії – газ, нафту, вугілля.

НУВБІП УКРАЇНИ

Натомість Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження пропонувало збільшити частку відновлюваної енергетики до 6,4 ГВт вже у 2015 р., до 9 ГВт у 2020 р., до 13 ГВт у 2025 р. та до 17 ГВт у 2030 р. Перехід України на 100% відновлюваних джерел енергії є цілком реальним [60].

НУВБІП УКРАЇНИ

Групою українських фахівців, що працюють у сфері відновлюваної енергетики, було подано пропозицію уряду внести зміни до оновленої Енергетичної стратегії, встановивши виробництво електроенергії з нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії у 2025 р. на рівні 27,56 ТВт-год і 30,6 ТВт-год у 2030 р. [52].

НУВБІП УКРАЇНИ

Недоліком Енергетичної стратегії є і дисбаланс між видами відновлюваних джерел енергії. Так, планується, що у 2030 р. Виробництво електроенергії вітровими електростанціями буде перевищувати показники сонячної енергетики у три рази.

НУВБІП УКРАЇНИ

Оцінюючи теперішні темпи розвитку відновлюваної енергетики та заплановані потужності нових об'єктів на найближчі роки, можна спрогнозувати, що у 2030 р. обсяги вироблення електроенергії вітровими електростанціями переважатимуть сонячні електростанції не більше ніж у два рази. Мала гідроенергетика розвиватиметься повільнішими темпами, ніж сонячна, і її генерація електроенергії буде меншою приблизно у три рази.

НУВБІП УКРАЇНИ

Зважаючи на швидкий розвиток відновлюваної енергетики України за останні роки, прогнозовані показники розвитку в Енергетичній стратегії не відповідають реаліям. В середині 2013 р. в Україні було досягнуто показника у 0,85 ГВт потужностей відновлюваних джерел енергії і цим вже перевищено показник у 0,6 ГВт потужностей з ВДЕ, які мали бути введені в експлуатацію до 2015 року згідно з проектом оновленої Енергетичної стратегії України до 2030 року [8].

НУВБІП УКРАЇНИ

На думку експертів Української вітроенергетичної асоціації, потужність лише вітроенергетики України може досягнути 3000-4000 МВт до

кіncia 2020 р. [34]. В Енергетичній стратегії подано песимістичний прогноз досягнення Україною такого показника лише у 2030 р.

Детальний аналіз та оцінка Енергетичної стратегії представлений у монографії В. Я. Шевчука «Політика енергоефективного розвитку і зміни клімату [37, с. 54-76]. Зокрема, автори дійшли висновку, що Енергетична стратегія є здебільшого декларативним документом невисокого рівня наукової обґрунтованості. Однак не можна погодитись із думкою, що з огляду на соціально-економічний стан України, її традиційної енергетики, сумнівним є курс на пріоритетний розвиток відновлюваної енергетики у країні в сучасних умовах. Ця теза суперечить міжнародним зобов'язанням та чинному законодавству України щодо необхідності її розвитку.

Учасники громадських слухань щодо проекту оновленої Енергетичної стратегії України зішлись на думці, що у документі не відображено реальні темпи розвитку відновлюваної енергетики в Україні, що він загальмує надходження нових інвестицій в цю галузь на багато років вперед, що у ньому відверто лобюються інтереси вугільної галузі [32]. Основною причиною таких прогнозів розвитку відновлюваної енергетики в Стратегії вказана неможливість держави забезпечити необхідний рівень субсидування галузі.

Ще одним важливим загальнодержавним документом є Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р, розроблений відповідно до вимог Директиви 2009/28/ЕС про сприяння використанню енергії з відновлюваних джерел.

Цей документ є першим національним планом у галузі відновлюваної енергетики. До його оприлюднення в Україні не було жодного плану на державному рівні, який би цілеспрямовано розглядав аналіз шляхів розвитку власне відновлюваної енергетики, а не всього паливно-енергетичного комплексу. Раніше галузі відновлюваної енергетики відводився розділ або кілька абзаців у нормативно-правових актах, що стосуються всього паливно-енергетичного комплексу. Ухвалення цього плану стало свідченням важливості

розвитку відновлюваної енергетики в Україні і позитивним сигналом для інвесторів.

Національний план спрямований на досягнення частки «зеленої» енергії на рівні 11% у валовому кінцевому обсязі енергоспоживання країни, що еквівалентно 8590 тис. т н.е [45]. Показник в 11% у 2020 р. відповідає зобов'язанням, взятим на себе Україною відповідно до вимог Енергетичного Співтовариства.

Найвищої динаміки росту частки «зеленої» енергії розробники Національного плану очікують в сфері транспорту (за рахунок широкого застосування біоетанолу) та опалення-охолодження або теплової енергетики (здебільшого завдяки використанню твердої біомаси). У сфері виробництва електроенергії документ прогнозує збільшення вдвічі потужностей вітрової енергетики на 2020 р. у порівнянні з 2015 р., дещо менше зростання сонячної енергетики та триразове зростання біоелектрогенерації (виробництво електроенергії з біомаси) й потужностей геотермальних електростанцій.

План передбачає розподіл енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у 2020 р. в таких частках:

- загальна частка відновлюваних джерел енергії в енергобалансі країни – 11%;
- виробництво електроенергії – 11% від кінцевого обсягу споживання електроенергії;
- частка ВДЕ у системах опалення та охолодження – 12,4%;
- частка ВДЕ у транспортному секторі – 10% [45].

На відміну від Енергостратегії, в Національному плані пропонується стрімкіше зростання потужностей відновлюваної енергетики. Так само визначено, що вітрова енергетика буде розвиватись швидшими темпами, ніж сонячна, а виробництво електроенергії ВЕС переважатиме СЕС більше ніж у 2,5 разу. Також планується значне збільшення виробничих потужностей біоенергетики – в 3,4 разу за п'ять років.

У плані визначено основні напрямки використання ВДЕ в Україні: енергія вітру, сонця, річок, біомаси, геотермальна енергія, енергія доквілля з використанням теплових pomp.

У зв'язку з надмірною енергозалежністю України від імпорту природного газу та геополітичним тиском щодо цінової політики, у 2014 р. урядом було прийнято ряд законодавчих ініціатив щодо запровадження нових фінансових механізмів стимулювання заміщення природного газу відновлюваними джерелами енергії. Так, Постановою Кабінету Міністрів України № 293 від 09.07.2014 р. [46] та № 453 від 10.09.2014 р. [47], впроваджено спеціальний тариф на теплову енергію, вироблену «не з газу» з метою його заміщення у сфері теплопостачання населення та бюджетних установ. Тариф на теплову енергію з відновлюваних джерел встановлюється у розмірі 90% від «середньозваженого» тарифу теплової енергії з газу, що стимулюватиме споживачів до використання теплової енергії з ВДЕ. При цьому держава оплачує різницю між «газовим» та «негазовим» тарифами виробнику теплової енергії у вигляді компенсації.

Окрім цього, у 2015 р. було скасовано стримуючу багатьох інвесторів обов'язкову вимогу «місцевої складової» і замінено її на надбавку до «зеленого» тарифу у розмірі 5% і 10% за умови використання відповідно 30% і 50% обладнання українського виробництва.

Стратегічні завдання з розвитку відновлюваної енергетики виділяють також з Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року (СРР). Згідно з цією стратегією сталий розвиток передбачає забезпечення невиснажливого, ощадного та ефективного використання енергетичних, матеріальних, природних та інших ресурсів для задоволення потреб нинішнього покоління з урахуванням інтересів майбутніх поколінь [18].

Серед цілей СРР передбачена оптимізація структури регіонального енергетичного балансу шляхом заміщення природного газу енергоресурсами, отриманими з ВДЕ та альтернативних видів палива, насамперед на об'єктах соціальної сфери, а також стимулювання впровадження в регіонах новітніх

енергоєфективних технологій та енергозберігаючих заходів, виробництва електроенергії з ВДЕ [18].

В Україні є достатньо чинників для подальшого розвитку відновлюваної енергетики. Державою здійснюється певна підтримка розвитку ВДЕ, яка полягає у запровадженні загальнодержавної системи законодавчих, правових, фінансово-економічних, нормативно-технічних і аналітично-інформаційних заходів. У 2019 році було введено об'єкти відновлюваної електроенергетики України (сонячні електростанції (СЕС), СЕС домогосподарств, вітровоелектростанції (ВЕС), малі гідроелектростанції, біомаса/біогаз) загальною встановленою потужністю близько 4700 МВт та залучено близько 3,8 млрд євро інвестицій. Сумарна потужність ВЕС – близько 1170 МВт. Найбільшу СЕС – 388,5 МВт – було встановлено у Дніпропетровській області. На даний момент частка ВДЕ у виробництві електричної енергії України становить 3,7%.

За перні два місяці 2020 року сонячні, вітрові та біопаливні електростанції збільшили обсяг виробництва до 1,184 млрд кВт·год – це у 2,68 рази більше порівняно з аналогічним періодом минулого року. Необхідно відмітити, що збільшили генерацію електроенергії на 19,2% (288 млн кВт·год) блок-станції, які працюють в об'єднаній енергетичній системі України й підпорядковуються її централізованому диспетчерському управлінню. Сумарна потужність СЕС домогосподарств у регіонах на 01.04.2020 р. становила 618 МВт, виробництво енергії – близько 710 млн кВт·год/рік.

Однак стрімке нарощування потужностей ВДЕ має супроводжуватись адекватною перебудовою роботи Об'єднаної енергосистеми. Відсутність належної попередньої підготовки створила ряд очікуваних проблем і навіть дала привід говорити про кризові явища в енергетиці України. Серед причин можна зазначити як нарощування «зеленої» генерації, не підкріпленої відповідними маневровими потужностями енергосистеми, так і збіг певних обставин: зменшення попиту на електроенергію, обмежені маневрові можливості гідроенергетики внаслідок негативних погодних явищ, зміна структури генеруючих потужностей. Як результат, відносна частка відновлюваної

електроенергії в енергобалансі України непропорційно зростає, а можливості резервної генерації зменшились, при тому що навіть без відновлюваної складової Об'єднана енергосистема не мала належної гнучкості. Негативним фактором

стали: відсутність налагодженої системи поточного прогнозування вітрової та сонячної енергії, про необхідність якої говориться вже кілька років;

нерациональне розташування ВЕС та СЕС в обмеженому регіоні, що збільшує сумарну нерівномірність генерації та ускладнює можливості диспетчерського регулювання. Потребує належного обґрунтування вибір оптимальної структури та місць установки нових електростанцій, а також економічні аспекти

альтернативної енергетики, надання суб'єктами енергоринку допоміжних послуг з балансування генерації та споживання. Означені проблеми вимагають

ґрунтовного наукового опрацювання та розробки продуманої стратегії розвитку галузі.

Разом з тим, особливості останніх законодавчих актів в галузі відновлюваної енергетики України потребують нових підходів у процесі експлуатації електричного обладнання на основі відновлюваних джерел енергії.

Надійна робота електроенергетичних систем при значних обсягах освоєння енергії відновлюваних джерел потребуватиме використання ефективних

високоманеврових потужностей, наприклад, електрохімічних акумуляторних батарей. Це є особливо актуальним з точки зору необхідності створення балансових потужностей у відновлюваній енергетиці України на виконання

Закону України № 2712-VIII від 25.04.2019 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» [48].

Для стабільного енергозабезпечення як в Україні, так і в усьому світі необхідне рішення ряду завдань, до яких належать: науково-технічні й технологічні проблеми освоєння енергії відновлюваних джерел; підвищення

ККД енергетичного обладнання на основі ВДЕ та комплексне їх використання, зниження вартості виробленої енергії, створення інноваційних моделей

диспетчеризації; надійне прогнозування виробництва електричної та теплової енергії та запровадження технологій їх акумулювання.

У виконанні Національного плану дій України з відновлюваної енергетики важливу роль відіграє вітчизняна наука. Виконуються фундаментальні і прикладні наукові дослідження у напрямку підвищення техніко-економічної ефективності систем енергопостачання на основі відновлюваних джерел, а саме:

розробка теоретичних основ використання різних видів джерел енергії; науково-технічна розробка, створення та застосування нових технологій і техніки для енергосистем на основі ВДЕ; удосконалення режимів експлуатації устаткування на основі ВДЕ, створення та застосування комбінованих систем використання різних видів устаткування на основі ВДЕ і різних видів акумуляторів енергії; вирішення проблеми сумісності енергосистем на основі окремих видів ВДЕ з

Об'єднаною енергетичною системою. Висока якість робіт забезпечується застосуванням сучасних методів дослідження, у тому числі ефективних методів моделювання та сучасних програмних комплексів.

Діяльність Інституту відновлюваної енергетики НАН України спрямована на здійснення фундаментальних і прикладних досліджень з метою одержання нових наукових знань в області основних напрямів освоєння енергії відновлюваних джерел та впровадження їх в реальні проекти. Участь у створенні ефективної законодавчо-правової бази, стандартизація і сертифікація устаткування на основі ВДЕ, освітня діяльність та активна міжнародна співпраця направлені на розвиток відновлюваної енергетики як ефективної енергетичної галузі України для зміцнення енергетичної незалежності держави.

Важливим напрямом діяльності інституту є спрямованість на розвиток національної енергетичної політики в області відновлюваної енергетики України для виконання планів інтеграції в Євросоюз.

У цьому напрямку виконуються роботи на замовлення державних органів України: Кабінету Міністрів України, Міністерства освіти та науки України, Державного агентства енергоефективності та енергозбереження України. Інститут бере участь у розробці державних програм, дорожніх карт і стратегій

розвитку галузей відновлюваної енергетики, готує аналітичні та інформаційні матеріали і здійснює науковий супровід державних програм з відновлюваної енергетики.

Основною метою державних програм розвитку відновлюваної енергетики є створення необхідних умов для розробки і впровадження ефективних технологій та устаткування на основі відновлюваних джерел енергії. Це забезпечить:

- скорочення обсягів споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів і, відповідно, підвищення енергетичної безпеки держави;
- виконання зобов'язань України перед ЄС щодо збільшення обсягів використання ВДЕ;
- гармонізацію структури електроенергетики України із структурами електроенергетики ЄС;
- створення передумов для залучення недержавних інвестицій;
- поліпшення стану в екологічній сфері держави, у тому числі, за рахунок декарбонізації атмосфери;
- поліпшення стану в соціальній сфері держави за рахунок створення нових робочих місць та підвищення якості життя широких верств населення.

Одним із важливих державних заходів для розвитку відновлюваної енергетики в Україні за участі фахівців ІВЕ НАН України (в той час – співробітники Інституту електродинаміки НАН України) було створення Програми державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики. Для підвищення рівня освоєння енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел в Україні були розроблені Додаткові заходи до Програми НВДЕ, в яких пріоритетними напрямками визначено впровадження вже розробленого ефективного енергетичного обладнання на основі ВДЕ, яке може якнайшвидше забезпечити економію паливно-енергетичних ресурсів, та виконання перспективних науково-технічних робіт за основними напрямками відновлюваної енергетики.

ІВЕ НАН України здійснював науковий супровід Комплексної програми будівництва вітрових електричних станцій (ВЕС) в Україні. Реалізація заходів Програми внесла великий вклад у розвиток відновлюваної енергетики України.

Реалізація Програми сприяла забезпеченню окремих регіонів країни додатковою електроенергією, відповідному зменшенню витрат органічного палива та запобіганню шкідливих викидів за рахунок екологічно чистого виробництва енергії, зростанню конкурентоспроможності вітчизняного виробництва ВЕУ та зменшення імпорту енергоустановок.

Головні завдання Програми: визначення напрямів збалансованого розвитку вітроенергетичного комплексу та заходів забезпечення зростання обсягів виробництва електроенергії ВЕС, створення умов для виготовлення вітчизняних ВЕУ та устаткування для ВЕС з використанням потужностей конверсійних підприємств, розроблення нормативної бази, виділення пріоритетних завдань НДДКР та експлуатації ВЕС, створення умов для зменшення забруднення довкілля.

У Комплексній програмі будівництва ВЕС було передбачено кошти (в межах трьох відсотків від загальних відрахувань) на нормативно-технічне забезпечення та науково-технічний супровід, у тому числі, на науково-дослідні роботи. Для координації досліджень та наукового супроводу Програми Рада прийняла рішення про створення Міжвідомчого науково-технічного центру з вітроенергетики (МНТЦВ) на базі інституту електродинаміки НАН України, та науково-технічної ради (НТР) при Міжгалузевій координаційній раді. До основних напрямів діяльності МНТЦВ було віднесено: формування перспективних науково-технічних напрямків розвитку вітроенергетики в Україні; організацію та проведення експертизи наукових, технічних, соціально-економічних програм і проектів у цій галузі; техніко-економічне обґрунтування проектів з вітроенергетики з урахуванням основних показників типу вітрових характеристик, виробітку електроенергії і її собівартості, розміру капіталовкладень, тощо.

Науково-технічна рада була створена як дорадчий консультативно-експертний орган Міжгалузевої координаційної ради з питань формування обґрунтованої єдиної технічної політики, спрямованої на забезпечення розвитку науково-технічного потенціалу вітроенергетики, впровадження у виробництво вітроенергетичного обладнання новітніх досягнень вітчизняної і зарубіжної науки, техніки і технологій. У складі НТР було забезпечено представництво основних науково-технічних напрямків вітроенергетики з урахуванням інтересів різних міністерств та відомств України. Діяльність НТР здійснювалась на громадських засадах. До основних завдань її діяльності віднесено:

- забезпечення проведення єдиної науково обґрунтованої технічної політики в галузі вітроенергетики;
- прогнозування розвитку вітроенергетики, розробка пропозицій щодо виконання завдань Комплексної програми будівництва ВЕС;
- визначення напрямків наукових досліджень із забезпечення розвитку вітроенергетики, кваліфікована оцінка їхнього стану і перспектив подальшого проведення;
- експертна оцінка результатів вітчизняних і зарубіжних дослідно-конструкторських робіт в галузі вітроенергетики;
- розгляд звітів про результати проведення НДДКР, аналіз їх науково-технічного рівня, видача рекомендацій з приводу їхнього подальшого використання;
- розгляд і оцінка окремих ТЕО і робочих проектів будівництва ВЕС;
- розгляд і оцінка технологічних проектів виробництва складного вітроенергетичного обладнання;
- розгляд звітів Міжвідомчого науково-технічного центру з вітроенергетики в частині його науково-технічної діяльності;
- розгляд пропозицій щодо розробки та впровадження нового вітроенергетичного обладнання.

Програма науково-технічного супроводження Комплексної програми будівництва ВЕС розроблялася з метою забезпечення виконання робіт на всіх

етапах створення ВЕС на високому науково-технічному рівні. Основні напрями виконання науково-технічних робіт після розгляду на Науково-технічній раді виносилися на затвердження до Міжгалузевої координаційної ради. До реалізації програми залучалися організації та окремі спеціалісти, які мали необхідний досвід виконання запланованих робіт (доктори та кандидати наук, наукові співробітники, а також висококваліфіковані фахівці). Першими завданнями програми були: вітроенергетичний потенціал; перспективні вітрові площадки; економіка ВЕС; інвестиційні проекти з вітроенергетики; експлуатація ВЕС, ефективність їхнього функціонування; ВЕУ – перспективи використання та можливості виробництва; нормативна документація для ВЕУ та ВЕС; загальні питання з вітроенергетики.

Після створення Інституту відновлюваної енергетики НАН України у 2004 р. основним координатором та виконавцем зазначених робіт, поряд з МНТЦ вітроенергетики, став відділ вітроенергетики інституту. В результаті виконаних фахівцями Інституту робіт були отримані важливі наукові і практичні результати в галузі створення сучасних електромеханічних систем, що використовують енергію вітру.

У 2009 році Інститутом відновлюваної енергетики НАН України розроблена «Програма підвищення енергоефективності в Автономній Республіці Крим на 2010-2014 рр.», затверджена Постановою Верховної Ради Автономної Республіки Крим №1569-5/10 від 17.02.2010 р. Фахівцями Інституту відновлюваної енергетики НАН України досліджено, визначено та обґрунтовано базові прогнозні показники використання в Україні на період до 2030 року вітрової, сонячної та геотермальної енергії, енергії малих рік, біомаси, енергії доквіля з використанням теплових насосів, а також альтернативних видів палива.

Результати роботи забезпечать підвищення ефективності під час проведення проектних робіт та впровадження інвестиційних проектів у розробку державних програм та заходів у галузі відновлюваної енергетики; сприятимуть

підвищенню обсягів заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів за рахунок використання енергії відновлюваних джерел.

В ІВЕ НАН України виконано розділ «Напрями та рівні розвитку використання нетрадиційних, відновлюваних та позабалансових джерел енергії»

Енергетичної стратегії України до 2030 р. та подальшу перспективу та розроблено регіональні програми розвитку вітроенергетики в АР Крим, Донецькій, Запорізькій, Миколаївській і Херсонській областях.

Для стимулювання розвитку відновлюваної енергетики України Інститут бере участь у створенні законодавчо-правової бази відновлюваної енергетики, використовуючи різні важелі, в першу чергу, – надання інформаційної підтримки у вигляді запитів, аналітичних довідок, консультацій тощо.

Важливими етапами стимулювання розвитку відновлюваної енергетики є прийняття 16.03.2007 р. Закону України «Про внесення змін до деяких законів

України щодо стимулювання заходів з енергозбереження» №760-V [49], яким запроваджено деякі пільги у використанні нетрадиційних відновлюваних джерел енергії та альтернативного палива, і Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу» № 601-VI від

25.09.2008 р., за яким закуповується електроенергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії. В результаті наданої ІВЕ НАН України аналітичної довідки до розгляду Міжвідомчої комісії з питань науково-технологічної безпеки при Раді

національної безпеки і оборони України питання «Проблеми науково-технологічного забезпечення розвитку нетрадиційних відновлюваних джерел енергії в Україні як основи майбутньої екологічно безпечної енергетики та енергетичної незалежності держави» та доповіді на засіданні РНБО прийняли рішення стосовно способів та механізмів стимулювання розвитку відновлюваної енергетики України.

У 2017 р. з метою комплексного вирішення проблеми виведення з кризи енергетики і, одночасно, енергетичного машинобудування, колективом ІВЕ НАН України за участі ІПМ НАН України розроблено стратегічний документ

«Дорожня карта комплексного розвитку вітроенергетики і машинобудування України», узгоджений з усіма зацікавленими органами виконавчої влади України і Президією НАН України, затверджений Міністерством економіки України. За

дорученням Першого віце-прем'єра України положення Дорожньої карти мають бути враховані в числі основних засад у розробці Державної комплексної цільової програми розвитку відновлюваної енергетики як складової галузі низьковуглецевої економіки.

Реалізація Дорожньої карти забезпечить відповідні державні органи інструментарієм для багатокритеріальної оптимізації і узгодження між собою енергетичної, екологічної, економічної і інвестиційної політики щодо розвитку енергетики, які мають враховувати одночасно і збалансовано інтереси як держави, так і приватних інвесторів.

З огляду на те, що відновлювана енергетика – це нова для України галузь господарства, в регіональних стратегіях та програмах тільки починають з'являтися перші приклади планування заходів з використання відновлюваних джерел енергії.

Вважаємо, що розробка регіональних стратегій та програм розвитку відновлюваної енергетики заслуговує окремої уваги, адже від них великою мірою залежить пресування проектів з використання відновлюваної енергетики на регіональному й місцевому рівнях.

У 2014 р. незалежна експертна організація «КМПП-Україна» провела дослідження щодо перешкод розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні (рис. 3.1), і згідно з результатами опитування, практично половина респондентів складність у фінансуванні проектів виділяють як основну проблему. Серед інших найбільш вагомих факторів були вказані ті, нейтралізація яких у виключній компетенції держави, а саме: питання підключення до об'єднаної електромережі та значно вища вартість у співставленні з традиційними джерелами енергії.

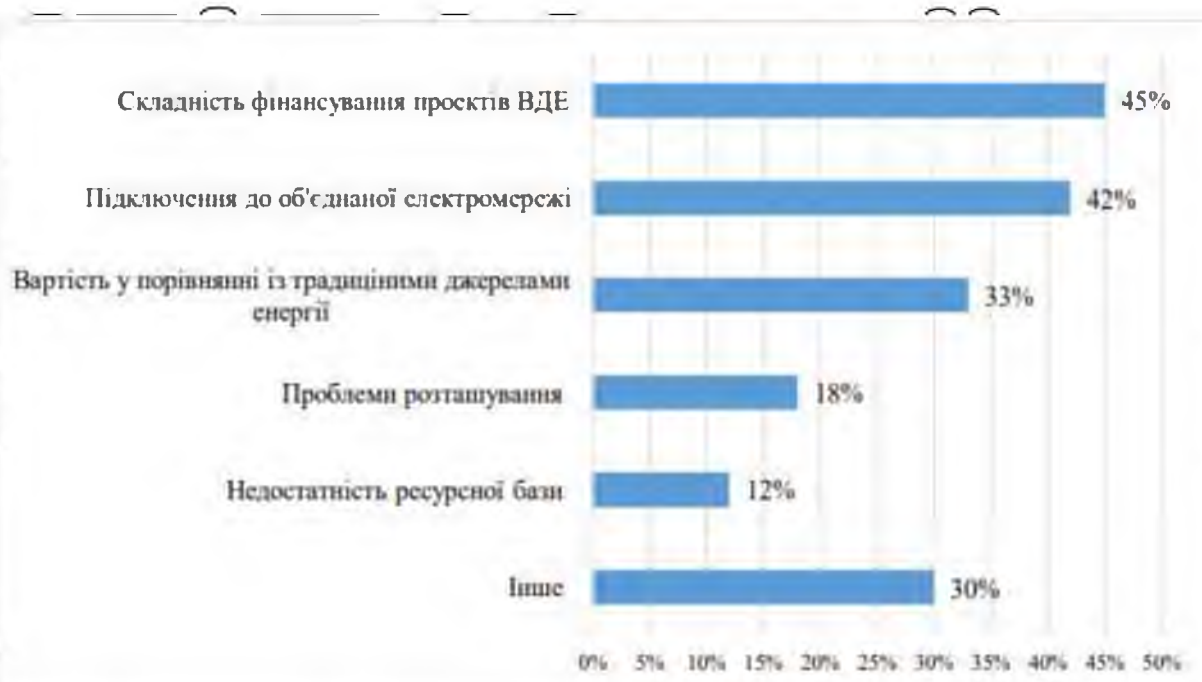


Рис. 3.1. Перешкоди до збільшення використання відновлюваних джерел

До категорії інших проблемних питань були включені такі - адміністративно обмежена конкуренція у сфері відновлюваної енергетики та високий рівень корупції у дозвільній системі; - практично відсутня процедура ведення карт та атласів із відміткою потенціальних джерел відновлюваної енергії сонця та вітру; Недостатність ресурсної бази Проблеми розташування Вартість у порівнянні із традиційними джерелами енергії Підключення до об'єднаної електромережі Складність фінансування проєктів ВДЕ залишаються нерегульованими та недосконалыми коло питань щодо відведення земель під об'єкти відновлюваної енергетики; - мала кількість компетентних та висококваліфікованих спеціалістів у сфері відновлюваної енергетики.

3.2. Оцінка ефективності розробок і впровадження відновлювальних джерел енергії

В даний час існує значне число різних методик розрахунку показників ефективності вироблення енергії, в тому числі при використанні екологічно більш «чистих» технологій її виробництва, які користуються різними суб'єктами ринку в країнах ЄС.

Економічні показники певних джерел енергії визначають їх вихід на ринок.

При оцінці ефективності розробок в області ВДЕ доцільно орієнтувати як на дослідження в даній області в цілому по світу, так і конкретно на модель Green-x.

Модель Green-x являє собою базу даних по різних технологіям ВДЕ в ЄС.

У ній міститься детальна інформація по потенціалу і вартості технологій ВДЕ в країнах Європи (капітальні вкладення, експлуатаційні витрати і витрати на виробництво).

Інформація в даній моделі за економічними показниками і технічними характеристиками для різних технологій ВДЕ ґрунтується на довгому послужному списку європейських і глобальних досліджень в цій актуальній області. З історичної точки зору відправним пунктом для оцінки середньотривалого реалізованого потенціалу послужив Європейський союз формату 2001 року (ЄС-15), де відповідні дані були отримані по всіх 15-ти країнах, спочатку в 2001 році, які були засновані на докладному аналізі різних літературних джерел і матеріалів досвідчених фахівців. На основі дослідження «Аналізу розвитку відновлюваних джерел енергії до 2020 року» (FORRES 2020) та інших заходів було проведено ретельне оновлення даних, беручи до уваги останні події на ринках. Так періодично в ній оновлюються дані [62].

Так, в 2009 році в ЄС було проведено фундаментальне дослідження в області розробки технологій в країнах ЄС. Були визначені діапазони вартісних і технічних характеристик за різними видами ВДЕ.

Технології в області ВДЕ можна розділити за трьома основними видами:

– станції / установки на базі ВДЕ для виробництва електроенергії (Renewable energy source-Electricity (RES-E));

– станції / установки на базі ВДЕ для теплопостачання (Renewable energy source-Heat (RES-H));

– станції / установки з виробництва біопалива (Renewable energy source-Transport (RES-T)).

У табл. 3.1 наведені основні техніко-економічні показники біо-установок для виробництва електроенергії в 2020 році.

Таблиця 3.1
Основні техніко-економічні показники біоустановок для виробництва електроенергії

Вид	Характеристика станції / установки	КВ (євро/кВт)	Екс-е Заграти (євро/кВт*год)	Технічний строк служби (років)	Потужність (МВт)
Біогаз	Біогазові с/г установки	2550-4290	115-140	25	0,1-0,5
	Біогазові с/г установки*	2765-4525	120-145	25	0,1-0,5
	Установки на газу з органічних відходів	1350-1950	50-80	25	0,75-8
	Установки на газу з органічних відходів*	1500-2100	55-85	25	0,75-8
	Установки на біологічному газу	2300-3400	115-165	25	0,1-0,6
	Установка на біологічному газу*	2400-3550	125-175	25	0,1-0,6
Біомаса	Станції на біомасі	2225-2995	84-146	30	1-25
	Станції на біомасі*	2600-4375	86-176	30	1-25
	Установки з виробництва енергії за допомогою спалювання відходів	5500-7125	45-249	30	2-50
Біовідходи	Установки з виробництва енергії за допомогою спалювання відходів*	5800-7425	172-258	30	2-50

* з комбінованим виробництвом тепла та електроенергії

Як видно, витрати на біогазові установки коливалися від 1350 євро/кВт до 4525 євро/кВт. Вартість установок на газі з органічних відходів найнижча (1350 євро/кВт – 2100 євро/кВт), а біогазові сільськогосподарські установки є найбільш витратними в даній категорії.

Витрати ж середніх і великих установок з переробки біомас змінилися ненабагато і в даний час знаходяться в діапазоні від 2225 євро/кВт до 2995 євро/кВт. Інвестиції в установки комбінованого виробництва електроенергії з тепла і біомаси (ТЕС на біомасі) як правило варіюються в більшому діапазоні (2600 євро/кВт – 4375 євро/кВт) у зв'язку з їх невеликими розмірами.

Серед усіх біоустановок з виробництва електроенергії найвищі інвестиційні витрати припадають на установки з виробництва енергії за допомогою спалювання відходів – від 5500 євро/кВт до 7125 євро/кВт. У свою чергу установки з виробництва енергії за допомогою спалювання відходів з комбінованим виробництвом тепла і електроенергії на 5% дорожче.

Інвестиційні витрати на геотермальні електростанції (табл. 3.2) становлять від 2575 євро/кВт до 6750 євро/кВт. Найменші капітальні витрати, як правило, припадають на великі ГЕС.

Таблиця 3.2

Основні техніко-економічні показники геотермальних електростанцій та ГЕС [43]

Вид	Характеристика станції / установки	КВ (євро/кВт)	Екс-е Заграти (євро/кВт*год)	Технічний строк служби (років)	Потужність (МВт)
Великі ГЕС	Великі установки	830-3650	35	50	250
	Середні установки	1125-4875	35	50	75
	Малі установки	1450-5750	35	50	20
Малі ГЕС	Великі установки	975-1600	40	50	9,5
	Середні установки	1275-5025	40	50	2
	Малі установки	1650-6050	40	50	0,25
Геотермальна енергія	Геотермальна електростанція	2575-6750	113-185	30	5-50

Розглядаючи інвестиційні витрати на гідроелектростанції, слід розрізняти великі і малі ГЕС. Необхідно відзначити, що витрати залежать не тільки від їх масштабу, але також від особливих умов місцевості і вимог, яким вони повинні відповідати, наприклад, згідно з національними / місцевими екологічними стандартами і т.д. Це призводить до порівняно широкого діапазону цін від 850 євро/кВт до 5750 євро/кВт для нових великих ГЕС і від 975 євро/кВт до 6050 євро/кВт для малих гідроелектростанцій.

Як видно в табл. 3.3, в 2020 році вартість фотоелектричних батарей (PV) була в діапазоні від 2950 Євро/кВт до 4750 Євро/кВт. Даний діапазон був досягнутий завдяки значному зниженню вартості в 2018 і 2019 роках.

Таблиця 3.3

Основні техніко-економічні показники інших установок / станцій з виробництва електроенергії

Вид	Характеристика станції / установки	КВ (євро/кВт)	Екс-е Затрати (євро/кВт*год)	Технічний строк елужби (років)	Потужність (МВт)
Фотоелектричні батареї	Фотоелектричні установки	2950-4750	30-42	25	0,005-0,05
Сонячна тепла електрика	Сонячна електростанція	3600-5025	150-200	30	2-50
Приливна енергія	Приливна електростанція	5650-8000	145-160	25	0,5-2
Енергія хвиль	Хвильова енергетична установка	4750-7500	140-155	25	0,5-2
Наземна вітроенергетика	Наземна вітроенергетична установка	1125-1525	35-45	15	2
Морська вітроенергетика	Морська вітроенергетична установка	2450-3500	90-120	25	5

НУБІП України

Вартість же наземних вітроелектростанцій була в діапазоні від 1125 Євро/кВт до 1525 Євро/кВт. Довгий час розвиток вітряних двигунів

характеризувався двома тенденціями: в той час як номінальна потужність нових двигунів збільшувалася, відповідні капітальні витрати за кВт знижувалися.

НУБІП України

Збільшення потужності було головним чином досягнуто за рахунок розширення висоти вежі і розміру ротора. Найбільші вітряні турбіни в даний час мають потужність 5-6 МВт і йдуть з ротором діаметром до 126 метрів.

Вартість приливної електростанції істотно залежить від її розташування:

НУБІП України

на узбережжі, поблизу узбережжя або ж в морі. Також вартість морських енергетичних установок сильно варіюється в залежності від віддаленості від узбережжя: поблизу узбережжя, від 5 до 30 км, від 30 до 50 км, більше 50 км.

Існує велика різниця між станціями на базі ВДЕ для теплопостачання

НУБІП України

(табл. 3.4) підключаються до мережі і автономними. До першої категорії відносяться теплові установки на біомасі, геотермальні теплові системи, а до другої - автономні теплові установки на біомасі, сонячні теплові системи і теплові насоси. Залежно від інвестиційних витрат, вкладених в систему

централізованого теплопостачання на основі біомаси, їх вартість коливається від

НУБІП України

350 Євро/кВт до 550 Євро/кВт. Що стосується систем геотермального централізованого теплопостачання, то показники коливаються між 800 Євро/кВт і 2200 Євро/кВт. Якщо говорити про автономне теплопостачання на основі

біомаси, то інвестиційні витрати залежать від типу використовуваного палива і

НУБІП України

варіюються від 250 Євро/кВт до 610 Євро/кВт. Вартість же теплових насосів варіюється від 650 Євро/кВт до 1100 Євро/кВт, а вартість сонячних теплових систем залежить від розміру установки і знаходиться в діапазоні від 400 Євро/кВт

до 930 Євро/кВт¹⁶⁶.

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.4
Основні техніко-економічні показники установок / станцій на базі ВДЕ для теплопостачання

Вид	Характеристика станції / установки	КВ (євро/кВт)	Екс-е Затрати (євро/кВт*год)	Технічний строк служби (років)	Потужність (МВт)
Теплові системи, що підключаються до мережі					
На біомасі	Великі, середні і малі установки	350-550	16-22	30	0,5-10
Геотермальна	Великі, середні і малі установки	800-2200	50-60	30	0,5-10
Автономні теплові системи					
На біомасі	Дерева, тирса, пелети	255-530	6-10	20	0,015-0,3
Теплові насоси	З ґрунтовим теплообмінником / вапняна вода	900-1050	5,5-18	20	0,015-0,3
Сонячна теплова система	Великі, середні і малі установки	400-930*	5-15*	20	5-200

* по сонячним тепловим системам необхідно замість кВт розглядати м²

У табл. 3.5 вказані дані про інвестиційні витрати на установки з виробництва біопалива. Так, біодизельні установки (МЕЖК) коштують від 210 євро/кВт до 860 євро/кВт, біоетанолові установки від 640 євро/кВт до 2200 євро/кВт, а установки з газифікації біомаси від 750 євро/кВт до 5600 євро/кВт.

Слід зазначити, що дані щодо вартості передових біоетанолових установок та установок з газифікації біомаси є прогнозними на 2025 рік, коли очікується їх виведення на ринок.

НУБІП України

Таблиця 3.5
Основні техніко-економічні показники установок / станцій з виробництва біопалива

Вид	Використана сировина	КВ (євро/кВт)	Екс-е Затрати (євро/кВт*год)	Технічний строк служби (років)	Потужність (МВт)
Біодизельна установка	Насіння ріпаку та соняшнику	210-860	10,5-45	20	5-25
Біоетанолова установка (EtOH)	Енергетичні культури	640-2200	32-110	20	5-25
Чередові біоетанолові установки (EtOH+)	Енергетичні культури	1130-1510	57-76	20	5-25
Установки в газифікації біомаси	Енергетичні культури	750-5600	38-280	20	50-750

Отже, найефективнішими є великі ГЕС і біогазові установки, так як вони можуть виробляти електрику за ціною нижче ринкової. Тоді як енергія втру не може постачати електрику за ринковими цінами. Звичайно, це припущення тримається тільки на діючих ринкових цінах, які зменшуються істотно на оптовому ринку поетапно.

Також для оцінки ефективності технологій ВДЕ можна порівняти капітальні вкладення, необхідні на установку з виробництва електроенергії на базі ВДЕ і на традиційний газотурбінний генератор.

З вищерозглянутих таблиць 3.1, 3.2, і 3.3 видно, що найменші інвестиційні витрати серед установок на базі ВДЕ з виробництва електроенергії є на великих ГЕС у розмірі 850 євро/кВт. Однак цей показник вище традиційного на 63 євро/кВт.

У структурі ВДЕ (табл. 3.6) за період з 2010 по 2020 рр. значне зниження капітальних витрат на установки надає головним чином на технології сонячної енергії (в середньому 68%), великих ГЕС (в середньому 43%), геотермальної енергії (в середньому 37%) і біомаси (в середньому 36%).

НУБІП України

Таблиця 3.6

Динаміка зміни середніх капітальних витрат на електроенергетичні установки на ВДЕ за основними видами

Вид	Середні капітальні вкладення, євро/кВт		Зміни, %	
	2010 рік	2020 рік		
Гідроенергетика	Великі	3300	1878	-43%
	Малі	1325	1364	3%
Вітроенергетика	Наземна	3300	3955	20%
	Морська	3850	1246	-68%
Сонячна енергетика	Фотоелектрична	4313	4468	4%
	Термодинамічна	3300	2096	-36%
Біомаса	4663	2927	-37%	
Геотермальна				

У свою чергу зростання витрат на технології наземної (в середньому 3%) і морської (в середньому 20%) вітроенергетики пояснюється інфляцією, зміною курсу валют і появою нових більш дорогих технологій, які за технічними характеристиками перевершують ті, які були в 2010 році.

Якщо порівнювати середні капітальні вкладення на технології ВДЕ з традиційними технологіями (табл. 3.7), то можна констатувати, що капітальні витрати на технології ВДЕ за такими видами, як ГЕС, наземна вітроенергетика, фотоелектрична сонячна енергетика, біомаса і геотермальна нижче, ніж на традиційні. А той факт, що середні витрати на морську вітроенергетику і термодинамічну сонячну енергетику вище, ніж на ГЕС на вугіллі або газі, можна пояснити низькими темпами розвитку даних видів.

НУБІП України

Таблиця 3.7
Середні капітальні витрати на традиційні електроенергетичні технології

Вид	Середні капітальні витрати, євро/кВт		Зміни, %
	2010 рік	2020 рік	
АЕС	4386	4373	+0,3
ТЕС на вугіллі	3500	3893	11,2
ТЕС на газу	3212	3173	-1,2

Варто відзначити, що середні капітальні витрати на традиційні технології за 2010-2020 рр. змінилися незначно: витрати АЕС всього на 11%, а на ТЕС залишилися практично на тому ж рівні.

Крім капітальних вкладень для оцінки ефективності технологій ВДЕ необхідно проаналізувати собівартість виробництва електроенергії на базі ВДЕ і зробити порівняльну характеристику з традиційним тарифом, наприклад в ЄС.

В ЄС (табл. 3.8) виділяється два основних види тарифу: для населення і для підприємств. Середній тариф для населення в 2020 році був на рівні 0,137 євро/кВт.год.

НУБІП України

Таблиця 3.8
Собівартість виробництва електроенергії на технологіях ВДЕ і середній тариф на електроенергію в ЄС, що генерується традиційними джерелами енергії, євро/кВт.год.

Вид	Собівартість виробництва	Середній тариф на електроенергію в ЄС-28 (без урахування податків і зборів)
Гідроенергетика	Великі	0,137 (для населення)
	Малі	
Вітроенергетика		0,094 (для підприємств)

Наземна	0,032-0,127
Морська	0,119-0,182
Сонячна енергетика	
Фотоелектрична	0,127-0,301
Термодинамічна	0,134-0,301
Біомаса	0,032-0,190
Геотермальна	0,040-0,111
Припливна енергія	0,166-0,221

Як видно на таблиці 3.8, собівартість виробництва електроенергії в залежності від виду ВДЕ сильно варіюється. Найменші витрати припадають на великі ГЕС (0,016-0,182 євро/кВт.год), наземну енергетику (0,032-0,127 євро/кВт.год), біомасу (0,032-0,190 євро/кВт.год) і геотермальну енергію (0,040-0,111 євро/кВт.год). А найбільші – на приливну (0,166-0,221 євро/кВт.год) і термодинамічну сонячну енергетику (0,134-0,301 євро/кВт.год).

За всіма видами ВДЕ, крім приливної енергії, існують технології, собівартість виробництва електроенергії яких нижче даного тарифу, що говорить про конкурентоспроможність даних технологій відновлюваної енергетики з точки зору собівартості виробництва вже на даному етапі. Відносно установок наземної енергетики і геотермальної енергії слід зазначити, що собівартість виробництва електроенергії даними видами, навіть при максимальних їх значеннях (0,127 і 0,111 євро/кВт.год відповідно) нижче тарифу ЄС для населення – 0,137 євро/кВт.год.

У свою чергу, як і було вище сказано, тільки деякі технології ВДЕ конкурентоспроможні, так як після певного рівня собівартість виробництва електроенергії перевищує середній тариф ЄС в силу, наприклад, технічних характеристик цих технологій.

Якщо порівнювати із середнім тарифом для підприємств (0,094 євро/кВт.год), то, як і випливає з таблиці 3.8, можна відзначити, що тільки у деяких технологій наземної вітроенергетики, гідроенергетики, геотермальної енергії та біомаси собівартість виробництва електроенергії нижче даного тарифу.

Таким чином, з вище проведеного аналізу можна зробити висновок, що є багато видів різних технологій ВДЕ. Вартість даних технологій дуже сильно варіюється. Капітальні та експлуатаційні витрати на них залежать від їх розміру і потужності, типу і призначення.

І в порівнянні з традиційними установками / станціями серед них є вже на даному етапі технології, на які потрібні менші капітальні та експлуатаційні витрати. Це означає, що, хоча в найближчому майбутньому вони не зможуть істотно завоювати частку традиційних джерел енергії, проте в середньостроковому і довгостроковому планах їх частка в структурі енергоспоживання буде істотно зростати, і мета всіх країн світу – збільшити їх частку до 2030 року до 20% – цілком досяжна.

3.3. Перспективи розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні

Відновлювані джерела енергії вже зараз стають одним з найважливіших елементів енергетичного балансу в усіх країнах світу, граючи істотну роль у зниженні викидів парникових газів, підвищенні енергетичної безпеки та підтримці соціально-економічного розвитку. Так, наприклад, завдяки прийняттю належних політичних і юридичних рішень, в ЄС до 2030 року в середньому близько 20% споживаної енергії повинні вироблятися відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ).

Україна істотно відстає в цьому напрямку. Адже, не дивлячись на досить високий потенціал відновлюваних джерел енергії і ряду успішно реалізованих проєктів у цій галузі, в Україні існує ряд політичних і фінансових бар'єрів. Головною проблемою гальмування розвитку ВДЕ є не тільки відсутність

чинного законодавства, а й традиційна залежність від енергетичного бізнесу. З кожним роком в країні з'являється все більше нових підприємств, які виробляють обладнання для відновлюваної енергетики, велика частина якого сьогодні експортується за кордон, не знаходячи попиту в Україні.

Проблемам використання відновлюваних джерел енергії в Україні почали безпосередньо приділяти увагу років двадцять тому, але програми державної підтримки ВДЕ з'явилися лише після проголошення незалежності, тоді як в розвинених країнах стимулювання нових екоенерготехнологій, викликане нафтовою кризою, має тридцятирічну історію. Тим не менш, реальною фінансовою і державною підтримкою даної сфери в нашій країні поки немає.

Більшість прийнятих в Україні програм і законодавчих документів носять скоріше декларативний характер. Стримуючими факторами тут виступають нижчі, ніж в Європі, ціни на тепло і електроенергію і менш жорсткі екологічні

вимоги до виробників. Крім того, для ряду технологій використання ВДЕ (наприклад, виробництво біогазу зі стічних вод, відходів тваринництва і птахівництва, утилізація метану з полігонів твердих побутових відходів) головний ефект забезпечується екологічними факторами, а не виробництвом паливно-енергетичних ресурсів. Деякі технології (в першу чергу використання

енергії вітру) можуть лише доповнювати традиційну енергетику, оскільки вимагають резервних потужностей для забезпечення безперебійності електропостачань [26].

У рамках Енергетичної стратегії України на період до 2030 року та подальшу перспективу передбачається розвиток усіх основних напрямків альтернативної енергетики до 2030р. – 6-10% [12].

Як бачимо, масштаби розвитку ВДЕ України зовсім не ті, що в ЄС. Це в той час, коли європейська спільнота вже у 2010 року подвоїла використання енергії ВДЕ в загальному енергопостачанні – з 6% до 12%. Якщо говорити про інтеграцію України з ЄС, то необхідно, принаймні, наблизитися до цих цифр. Тим більше, що всі передумови для цього (технічні та ресурсні можливості) є. Вже зараз Україна за рівнем освоєння ВДЕ вийшла на перше місце серед країн

СНД, що дає підставу для оптимістичних прогнозів подальшого розвитку ВДЕ [10].

Річний потенціал відновлюваної енергетики України знаходиться на рівні 100-110 млн т у.т. Це становить близько 50% ТЕР, споживаних в даний час, хоча

даний потенціал по території України розподілений вкрай нерівномірно.

Звичайно, НВЕ не в змозі замінити вуглеводневу і атомну енергетику в повному обсязі, але безперечно і те, що вони можуть істотно вплинути на забезпечення енергетичної незалежності та екологічної безпеки України.

Наприклад, сонячна енергія може використовуватися для:

1. Перетворення її в електричну енергію. Пряме перетворення енергії сонячного випромінювання в електрику здійснюється за допомогою напівпровідникових фотоелектричних перетворювачів, які частіше просто називають сонячними батареями.

2. Отримання теплоти шляхом абсорбції сонячного випромінювання. Тепло та може бути потім використана для гарячого водопостачання, опалення, охолодження повітря в житлових, громадських і промислових будівлях, сушки і підтримки різних температурних режимів. Всі ці процеси здійснюються за допомогою сонячних колекторів.

Основною привабливою рисою теплоенергетичного обладнання є використання безкоштовної та відновлюваної енергії сонця. Абсолютно незаперечною перевагою сонячної енергії є її загальнодоступність. У віддалених місцях, куди дотягнути кабель від електростанцій або доставити інші джерела енергії дуже дорого, а іноді і просто неможливо, використання сонячної енергії незамінне.

Для вирішення стратегічних питань в даному напрямку необхідно вирішити цілий ряд проблем: технічних, економічних, правових. Важливим документом, що забезпечує державну підтримку розвитку ВДЕ в Україні, повинна з'явитися програма розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики.

Незважаючи на можливі проблеми використання геліоенергетичного обладнання, розвинені світові держави і великі енергетичні концерни (BP, Shell) інвестують значні кошти в розвитку сонячної енергетики і пов'язані з нею наукові дослідження. В Україні, використання геліоенергетичного обладнання

ускладнюється наявністю наступних проблем:

- висока вартість перетвореної сонячної енергії, яка поки не може конкурувати за ціною з традиційними її джерелами, а також довгий термін окупності самого обладнання, іноді порівнянний із заявленим терміном служби самого обладнання;

- низька інформованість громадськості про технології сонячної енергії та можливості її використання в українських умовах;

- відсутність реальної державної підтримки сектору відновлюваної енергетики у вигляді пільг і субсидій, а також спеціальних кредитів.

Ринок геліоенергетичного обладнання налічує всього кілька вітчизняних компаній-виробників ефективних, надійних і довговічних геліосистем. В даному контексті, необхідно зауважити, що в Україні є потужні виробники напівпровідникового кремнію – завод чистих металів у м. Світловодську (Кіровоградська область) і завод напівпровідників у м. Запоріжжі (підприємство «Графі-Січ») [21]. Це створює унікальні переваги для подальшого освоєння виробництва сонячних батарей всередині країни.

За статистикою Мінпаливенерго, в Україні використання ВДЕ становить досить незначну частку в загальному енергопостачанні – близько 3% (включаючи велику гідроенергетику) хоча енергетичний потенціал основних видів відновлюваних джерел досить високий [1]. Досяжний енергетичний потенціал відновлюваних і вторинних джерел енергії становить 73 млн. т умовного палива (у перерахунку на газ цифра становить 62,7 млрд. кубометрів).

Згідно з проектом Енергетичної стратегії України до 2030 року та подальшу перспективу, основними напрямками розвитку ВДЕ є:

- використання енергії вітру та гідроенергії для виробництва електроенергії;

– сонячної та геотермальної енергії – для виробництва тепла, утилізація відходів біомаси, твердих побутових відходів тощо шляхом спалювання або отримання біогазу для виробництва тепла та електроенергії;

– використання біогазу в якості моторного палива (табл. 3.9).

НУБІП України

Таблиця 3.9

Перспективні напрямки та рівні освоєння енергії ВДЕ в Україні

Вид	до 2030 року					
	2010 рік		2020 рік		2030 рік	
	млн. т у.т.	%	млн. т у.т.	%	млн. т у.т.	%
Вітроенергетика	0,22	3,15	1,00	6,97	2,15	9,95
Фотоелектрика	0,001	0,02	0,01	0,07	0,03	0,14
Мала гідроенергетика	0,15	2,16	0,48	3,36	0,65	3,01
Велика гідроенергетика	4,8	68,69	5,6	39,06	6,53	30,23
Сонячні теплові колектори	0,12	1,72	0,7	4,88	1,28	5,93
Біоенергетика	1,66	23,76	6,3	43,93	10,13	46,9
Геотермальна енергетика	0,034	0,49	0,247	1,73	0,83	3,84
Всього	6,99	100	14,34	100	21,6	100
В перерахунку на млрд. м ³ природнього газу	6,01		12,33		18,58	

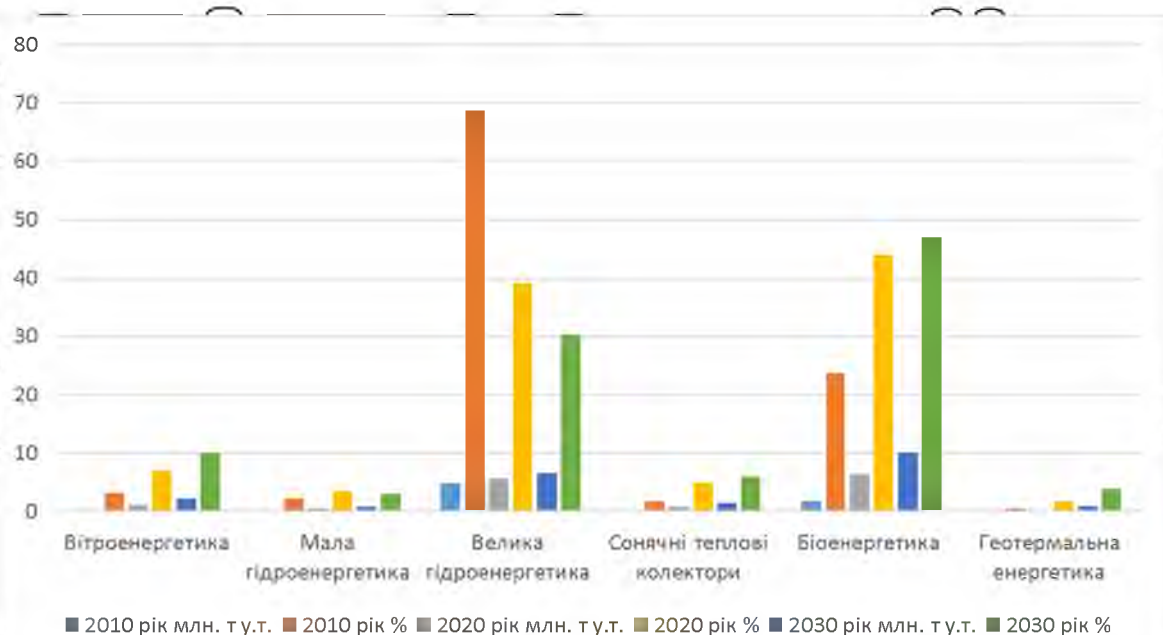


Рис 3.2 Перспективні напрямки та рівні освоєння енергії ВДЕ в Україні до 2030 року

Сумарна потужність вітрових електричних установок (ВЕУ) в Україні до кінця 2020 року досягла 75 МВт. Країна продовжує залишатися лідером серед держав колишнього СРСР і Східної Європи за сумарною встановленою потужністю вітроелектростанцій. Ще в 1993 році підприємство «Вінденерто» отримало ліцензію від американської фірми «Кенетек Віндпауер» на виробництво турбін потужністю 107,5 кВт. З 1997 року в країні діє комплексна програма будівництва вітрових електростанцій, в рамках якої сьогодні повністю освоєно виробництво установок потужністю 107,5 кВт (100% вузлів цих машин виготовляються в Україні). У їх виробництві беруть участь 23 заводи колишнього військово-промислового комплексу, а збірку вітротурбін для ВЕУ здійснює Південний машинобудівний завод (Дніпропетровськ).

З червня 2013 р. в Україні введено в експлуатацію п'ять нових ВЕУ потужністю 600 кВт бельгійської фірми «Турбовіндс», а «Південмаш» почав переоснащення виробництва для випуску 600-кіловатних вітроустановок. Перші вежі і вуглепластикові лопаті, виготовлені українським підприємством, успішно поєднуються з бельгійськими вітрогенераторами, поки ще імпортованими в Україну.

Головною проблемою поки залишається планове фінансування вітроенергетичної галузі. Дія Комплексної програми будівництва ВЕС в Україні передбачала фінансування вітроенергетики за рахунок так званої цільової надбавки (0,75% до діючого тарифу електроенергії, яка продається виробниками на оптовому ринку). Обсяг фінансування оцінювався щорічно в суму до 120 млн. грн. (близько 20 млн євро). Реально таких коштів вітроенергетична галузь ніколи не отримувала. Наприклад, в 2019 р. на вітроенергетику було витрачено всього 28 млн. грн., (4,6 млн євро), у зв'язку з чим комплексна програма виконана не була.

Донедавна існувала ще одна проблема – відсутність методик щодо правильного вибору майданчиків для встановлення ВЕС. Наприклад, Донузлавська ВЕС практично вдвічі менше виробляла електроенергії, тільки через неправильний вибір майданчика. Сьогодні ця проблема вирішена завдяки роботам, проведеним міжгалузевим науково-технічним центром НАН України. Приклад – Судацька ділянка Донузлавської ВЕС, на якій 100-кВт машини виробляють більше електроенергії, ніж їхні європейські аналоги.

Але були не тільки «ліцензійні» проекти, а й власні, українські розробки ВЕУ типу АВЕ 250. Але, на жаль, їх доля була приречена на невдачу. По-перше, в їх основі лежали датські розробки 60-років минулого століття і, не дивлячись на фінансування їх створення і дослідної експлуатації протягом більше 10 років, ці ВЕУ так і не були доведені до серійного виробництва. А досвід створення ВЕУ з вертикальними лопатями закінчився аварією: вітроагрегат потужністю 420 кВт у вересні 2004 року розлетівся на шматки, так і не виробивши ні 1 кВт години електроенергії.

Також для розвитку вітроенергетики сьогодні необхідно доопрацювати законодавство про «зелені» тарифи. Введення таких тарифів (близько 7 євроцентів за 1 кВт/год електроенергії) дозволило б не тільки прискорити розвиток вітроенергетики в Україні і перейти на більш сучасний рівень потужностей ВЕУ – мегаватного класу, а й залучити до нас західних інвесторів.

До поняття біомаса відносять вуглецевмісні органічні речовини рослинного і тваринного походження (дерево, солома, рослинні залишки сільського господарства, органічна частина твердих побутових відходів і т.п.).

Ще в 1995 р. в країнах ЄС на частку біомаси припадало понад 60% споживання енергоносіїв, отриманих з відновлюваних джерел (які склали 6% загального

споживання первинних енергоносіїв). У деяких державах частка біомаси в загальному споживанні первинних енергоносіїв значно перевищує

середньоєвропейські показники: у США – 3,2%, у Данії – 8%, в Австрії – 12%, у

Швеції – 18%, у Фінляндії – 23%. А згідно з програмою розвитку ВДЕ в країнах

ЄС, до 2020 року частка біомаси в загальному вкладі ВДЕ склала 74%, що дорівнюватиме 9% загального споживання первинних енергоносіїв.

В Україні технології утилізації біомаси знаходяться на початковому етапі розвитку і володіють хорошими перспективами для комерціалізації, особливо в

світлі збільшення вартості природного газу. Енергетичне використання біомаси дає можливість, крім електрики, виробляти ще й теплову енергію, а також рідкі

(біодизель і біоетанол) і газоподібні (біогаз) палива. При виробництві теплової енергії з біомаси в більшості випадків відбувається пряме заміщення споживання

природного газу (на 100%). Для порівняння: при виробництві електроенергії з

відновлюваних джерел заміщається лише 17% споживання природного газу, оскільки тільки близько 17% електроенергії виробляється за рахунок його спалювання.

Як показують результати техніко-економічного аналізу, виробництво тепла з біомаси є конкурентоспроможним навіть при використанні імпортного

обладнання. При використанні котлів українського виробництва терміни окупності складають близько року при спалюванні деревини і 2-4 роки при

спалюванні соломи. Так, водонагрівальні котли ЗАТ «Житомирремпшесмаш»

потужністю 300-820 кВт, що працюють на відходах деревини, приблизно в 4-5

разів дешевше закордонних аналогів (середня вартість \$20-30 за 1 кВт потужності).

Одним з проєктів впровадження системи теплопостачання в сільській місцевості за рахунок спалювання соломи був датсько-український проєкт, який здійснювався з березня 2019 року по лютий 2020 в агрофірмі «Дім» в с. Дрозди

(Київська обл.). В рамках проєкту господарству був наданий прес для збору і

пресування соломи в тюки по 500 кг. надлишок соломи, який не використовувався, щорічно становив 1500 т. Після установки котла для

спалювання соломи потужністю 980 кВт, вперше за попередні 9 років температура на об'єктах, підключених до теплomeрежі, стала відповідати

нормам. У період з 1 грудня 2019 р. по 28 січня 2020 р. було спалено 122,5 т

соломи і вироблено 388 МВт годин теплової енергії. Для того щоб виробити аналогічну кількість теплоти потрібно було б спалити 48 тис. куб. м природного

газу. При його вартості (\$115/1 тис. куб. м) загальні витрати на паливо склали б

27,8 тис грн. (близько 4,6 тис євро) загальна вартість соломи складала 4,5 тис (0,75

тис євро), що в 6 разів дешевше, ніж використання природного газу.

Починаючи з 1999 року, в Україні був реалізований проєкт технічної допомоги, який фінансувався агентством Senter Міністерства економіки

Нідерландів. У його рамках на заводі з виробництва фанери «ОДЕК Україна» (с.

Оржів, Рівненська обл.) був встановлений 5-мегаватний котел для спалювання

деревних відходів. Після запуску в експлуатацію, в 2000 році він повністю замінив газові котли для отримання технологічної пари. До того ж була вирішена

проблема, як і куди вивозити деревні відходи (22 тонни щодня). За добу котел

виробляє в середньому 84 т технологічної пари, що еквівалентно витратам 6150

кубометрів природного газу. Взятці до уваги ціну в \$115 за 1 тис. куб. м,

отримана економія на сьогоднішній день становить \$708 на добу (оскільки ціна деревних відходів як палива практично дорівнює нулю). У разі повного

завантаження котла термін окупності інвестицій становить 1,5 років [48].

Отже, табл. 3.9 наведемо розрахунок потенціалу біомаси і торфу в Україні.

НУБІП України

Таблиця 3.9

Потенціал біомаси і торфу в Україні

Вид палива	Енергетичний потенціал, млн. т умовного палива на рік
Солома зернових культур (без кукурудзи)	5,6
Стебло кукурудзи	2,4
Стебло, лузга соняшника	2,3
Біогаз з гною	1,6
Біогаз зі стічних вод	0,2
Відходи деревини	2,0
Біогаз з полігонів твердик побутових відходів (звалищ)	0,3
Паливні брикети з твердик побутових відходів	1,9
Рідке паливо (біодизель, біоетанол)	2,2
Енергетичні культури (верба, топся, міскантус)	5,1
Торф	0,6
Всього	24,2
У перерахунку на млрд. куб. м природного газу	20,8

За розрахунками експертів проблемного інституту нетрадиційних енерготехнологій (Київ) в Україні економічно обґрунтований потенціал сонячної енергії становить для виробництва електроенергії близько 2 млрд.кВт/год на рік, для теплопостачання – близько 26 млрд. кВт/год на рік. Сонячна теплоенергетика в нашій країні в основному розвивається через впровадження сонячних колекторів для гарячого водопостачання. Їх виробництво налагоджено в Криму, Харкові, Києві, Запоріжжі, Дніпропетровську та інших містах, а середня вартість становить \$100-150 за 1 м².

В області фотоенергетики Україна має великі можливості для організації виробництва фотобатарій. За часів СРСР на її території видобувалося майже 80% сировини для виробництва напівпровідникового кремнію, тут же були

зосереджені основні виробники – завод чистих металів у Світловодську і титаново-магнієвий комбінат в Запоріжжі (працювали на потреби космосу).

Сьогодні коло інтересів фотоелектричної промисловості розширився і до вирішення соціально-побутових завдань – енергозабезпечення будинків, систем

охорони, резервного та безперебійного живлення об'єктів, далеко віддалених від ліній електронпередач. Так, на заводі «Квазар» освоєно промислове виробництво

фотобатарей загальним обсягом 2 МВт на рік, а фотоелектричних мультикремнієвих пластин тільки в 2020 році було вироблено 120 МВт (хоча

виробнича база вже сьогодні дозволяє вийти на рівень 500 МВт на рік).

Нерозвиненість пошиту на фотоелектричну продукцію поки призводить до того, що близько 98% сировини і готових виробів сьогодні імпортується в Європу

[41].

Економічно доцільний гідроенергетичний потенціал України становить 20 млрд.кВт/год (з них на сьогодні використовується 10,8 млрд. кВт/год). У той же час потужності для спорудження великих ГЕС практично вичерпані. У період

2000-2004 років в нашій країні почався процес відродження малої гідроенергетики, реконструкції та відновлення «законсервованих» малих ГЕС

(яких до кінця 1980-х років залишилося 49, тоді як в 1950-х роках їх число становило 956). На сьогоднішній день мала гідроенергетика, крім декількох

особливо соціально важливих і потужних об'єктів, може розвиватися практично без вкладення державних коштів (за рахунок внутрішніх і зовнішніх інвестицій).

Однак для цього необхідно розробити довгострокову енергетичну і тарифну політику, умови доступу МГЕС до централізованої електромережі, створити

необхідні умови і нормативно технічну базу.

Потенціал геотермальних вод становить близько 27 млн.м³/добу з середньою температурою 70°C (дані геологічних досліджень). Загальний же

енергетичний ресурс, за різними оцінками, становить від 51 до 97 ТВт год/рік.

Можливість його практичного використання досліджувалася з середини минулого століття досить невисокими темпами. Подібні дослідження в рамках

академічних інститутів прискорилися лише з середини 1990-х років. Потужність

створених останнім часом геотермальних станцій становить 10,9 МВт теплової та 0,17 МВт електричної енергії (вітчизняне обладнання становить від 10 до 30%). Лише ці промислово-дослідні установки досягли річної економії 7470 тонн

умовного палива. Освоєння ж доступного геотермального потенціалу дозволить довести річну економію органічного палива до 7,3-13,9 млн. тонн умовного палива (6,3-11,9 млрд. м³ природного газу).

Поряд з політичною важлива законодавча підтримка. В Україні ще в 2003 році був прийнятий закон «Про альтернативні джерела енергії» [43], що передбачає встановлення спеціальних тарифів на електричну і теплову енергію,

вироблену ВДЕ, а також розробку фінансового механізму стимулювання їх розвитку. Але досі не розроблені відповідні підзаконні акти фінансового механізму стимулювання виробництва енергії на основі НВІЕ. Зокрема, дієвий

ефект може бути досягнутий за рахунок оподаткування енергії, одержуваної з викопного палива, і звільненням від такого податку енергії, що генерується на основі ВДЕ, а також оподаткування традиційної теплової енергетики на викиди

CO₂.

Визначальним є фінансова підтримка ВДЕ за рахунок коштів державного та регіонального бюджетів, підприємств, установ, організацій і т.д., наявність потужної виробничої бази. Не менш важлива політична підтримка їх розвитку на рівні регіону. Тільки тут можуть бути визначені потреби регіону в енергії, і перспективні напрямки ВДЕ, інвестиційні та технічні можливості.

Якщо говорити конкретно про регіональну енергетику, то для цього

необхідно

– вивчення потенціалу ВДЕ регіону;

– виявлення науково-технічних можливостей, що сприяє підвищенню енергоефективності на основі ВДЕ;

– визначення основних напрямів технологічного розвитку на всіх етапах від розробки до впровадження, динаміки і розвитку економічного потенціалу ВДЕ.

НУБІП України

– оцінка інвестиційного клімату та економічної підтримки розвитку ВДЕ;
– обґрунтування найбільш перспективних напрямків використання біомаси, енергії, теплових насосів, енергії сонця, скидається технологічного

НУБІП України

тепта;
– виявлення причин, що гальмують розвиток і застосування, шляхів їх подолання; перспективних об'єктів використання ВДЕ, можливих замовників та інвесторів;

НУБІП України

– вивчення і пропаганда наявного досвіду освоєння ВДЕ, створення демонстраційних полігонів, відповідних енергетичних і спеціальних структур;
– організація адміністративної підтримки розвитку ВДЕ на регіональному рівні.

НУБІП України

Тільки в цьому випадку можливе вироблення стратегії розвитку ВДЕ всієї України на найближчу перспективу і реалізація реальних проектів їх впровадження.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Сьогодні світова спільнота відчуває серйозну заклопотаність з приводу глобальної зміни клімату і, як наслідок, щорічного збільшення кількості природних катаклізмів. Крім того, темпи споживання ресурсів, особливо традиційних джерел енергії, ведуть до цілком очевидної небезпеки існування майбутніх поколінь.

Відомо, що вуглеводневі енергоресурси вичерпні, а час їх ефективне використання не перевищує 30-50 років. У той же час, рівень споживання постійно і різко зростає, що пов'язано з істотним приростом населення Землі і необхідністю забезпечення «комфортності його існування», в першу чергу продуктами харчування.

Одним з факторів забезпечення сталого розвитку енергетики є використання відновлюваних джерел енергії – енергії сонця, вітру, біомаси, води, а також геотермальної енергії. Розвиток цих технологій для використання ВДЕ підтримується на державному рівні в більшості розвинених країн. Так, у березні 2007 р. Рада Європи поставила за мету довести до 2030 р. використання відновлюваних джерел до 20% від загального енергоспоживання ЄС.

Потенціал ВДЕ в світі величезний, але їх застосування і розвиток дуже різнохарактерні в залежності від країни або регіону. Так, найбільше коштів і уваги їх розвитку приділяються в США та країнах ЄС, бідних паливними ресурсами. У той же час в Україні, яка має значний природний потенціал ВДЕ, його використання здійснюється досить фрагментарно, оскільки при достатку традиційного палива часто навряд чи виправдані великі стартові інвестиції, пов'язані з розвитком ВДЕ.

Аналізуючи напрямки забезпечення енергетичної безпеки світу, серед основних причин розвитку ВДЕ можна виділити наступні:

- енергетична безпека та торговельно-політична незалежність;
- збереження та захист навколишнього середовища;

– завоювання світових ринків ВДЕ, враховуючи те, що країни і компанії, що налагодили виробництво сучасного обладнання в сфері ВДЕ, можуть поставляти його і відповідні послуги в інші країни, особливо ті, що розвиваються;

– збереження запасів власних традиційних енергоресурсів для майбутніх поколінь,
– обмеженість і нерівномірний розподіл традиційних енергоресурсів.

На підставі проведеного дослідження, можна зробити наступні висновки:

1. Роль відновлюваних джерел енергії у світовій енергетиці визначатиметься з урахуванням ресурсних, технологічних, екологічних, економічних і політичних факторів.

2. На основі комплексного аналізу світової ресурсної бази традиційних енергоносіїв, енергоспоживання та потенціалу ВДЕ відзначено суттєвий приріст за останнє десятиліття використання основних видів відновлюваних джерел енергії, а також виявлено країни, що характеризуються значними темпами зростання відновлюваної енергетики в структурі енергобалансу. Так, за останнє десятиліття частка ВДЕ без урахування гідроенергетики в енергобалансі значно зросла – з 1,3% до 6,6%. Частка ж відновлюваної енергетики в структурі енергоспоживання в даний час з урахуванням гідроенергетики становить близько 14%.

3. На основі аналізу встановлено, що розвиток ВДЕ пов'язаний з певними економічними та екологічними ризиками і проблемами, хоча вони і позиціонуються як виключно безпечні джерела для живих організмів і навколишнього середовища. Дані ризики і проблеми характерні для всіх видів ВДЕ, але мають специфічні особливості для вітряних турбін, сонячної енергії, біопалива та інші.

4. На основі розрахунків і порівняльного аналізу собівартості виробництва енергії як на базі ВДЕ, так і з використанням традиційних джерел енергії, визначено, що вже є технології деяких видів ВДЕ, здатні конкурувати з традиційними. Собівартість сильно варіюється в залежності від виду ВДЕ,

причому найменні витрати припадають на великі ГЕС, біомасу і геотермальну. А найбільші – на приливну (0,166-0,221 євро/кВт год) і термодинамічну сонячну енергетику (0,134-0,301 євро/кВт год).

Що стосується ефективності розробок, за оцінками автора, в структурі ВДЕ за період з 2009 по 2013 рр. спостерігалася поступове зниження капітальних витрат на технології основних видів відновлюваної енергетики через появу більш сучасного і менш дорогого обладнання;

Таким чином, цілком очевидно, що ВДЕ будуть розвиватися в кожній країні з урахуванням багатопланових місцевих умов в контексті конкретних первинних і експлуатаційних витрат на тлі стрибків цін на базові енергоносії, хиткість яких багато в чому буде визначатися мінливою політичною і економічною обстановкою в світі.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абелешов В. І. Дослідження деяких аспектів підвищення ефективності енергозберігаючих заходів у житлових будинках. *Енергосбережение, энергетика, энергоаудит*. 2018. № 3 (85). С. 23-29.

2. Альтернативна енергетика в Україні / монографія. Г. Г. Півняк, Ф. Ш. Шкрабець; Нан. гірн. ун-т. Донецьк: НГУ, 2013. 109 с.

3. Андрійчук І. В. Розробка алгоритму визначення економічного потенціалу альтернативних енергоресурсів регіону. *Ефективна економіка*. 2015. № 5. С. 40-48.

4. Башинська Ю. І. Особливості регіональних програм з використання відновлюваних джерел енергії. *Регіональна економіка*. 2014. № 1. С. 165-174.

5. Бевз С. М. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії. Київ: Українськi енциклопедичні знання, 2007. 560 с.

6. Безруких П. П. Об индикаторах состояния энергетики и эффективности возобновляемой энергетики в условиях экономического кризиса. *Вопросы экономики*. 2014. Т. 8. С. 34-40.

7. Быстрицкий Г. Общая энергетика: учеб. пособие. Москва: Академия, 2005. 203 с.

8. В Україні введено в експлуатацію 0,85 ГВт потужностей «зеленої» енергетики. *Українська енергетика*. URL: <http://ua-energy.org/post/32913> (дата звернення 22.09.2021).

9. Васильев Ю. Экология использования возобновляющихся энергоносителей. Санкт-Петербург: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

10. Ветроэнергетика: перспективы, плюсы и минусы. *Альтернативная энергия*. URL: <http://altenergiva.ru/veter/vetroenergetika-plyusy-i-minusy.html> (дата звернення 22.09.2021).

11. Гелетуха Г. П., Біомаса заміщує газ. *Зелена енергетика*. 2006. № 1. С. 9-

12. Гелетуца Г. Г., Кудря С. О. Україна: нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. *Зелена енергетика*. 2015. № 2. С. 6-8.

13. Гелетуца Г. Г. Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси. Аналітична записка БАУ. URL: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-8-ua.pdf> (дата звернення 22.09.2021)

14. Гелетуца Г. Г. Биоэнергетика в Украине: современное состояние и перспективы развития. *Промышленная теплотехника*. 2015. № 2. Т. 37. С. 68-75.

15. Гелетуца Г. Г. Возобновляемые источники энергии в Украине: стимулы и барьеры. *Промышленная теплотехника*. 2015. № 5. Т. 34. С. 58-63.

16. Германович В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. *Наука и техника*. 2017. № 3. С. 15-20.

17. Гречухина И. А., Кириочкин П. А. Возобновляемые источники энергии как фактор трансформации глобальной энергетики. Интернет журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. Т. 7. № 6.

18. Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року, Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 6.08.2014 р. № 385, URL: <http://www.kmu.gov.ua/document/247566233/%D0%A00385-00.doc> (дата звернення 22.09.2021)

19. Доклад Европейской комиссии. Financing Renewable Energy in the European Energy Market. URL: http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2020_financing_renewable.pdf (дата звернення 22.09.2021).

20. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 1071. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> (дата звернення 22.09.2021)

21. Забарний Р. М., Шуриков А. В. Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України. Київ: Інститут технічної теплофізики НАН України. Київ, 2002.

22. Іщук С. І. Відновлювана енергетика України: регіональний аналіз.

Економічна та соціальна географія, 2014. Вип. 1 (69). С. 201-206.

23. Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Історія становлення, сучасність та перспективи. За ред. С. О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. 108 с.

24. Иванов А. С. Многокрасочный ландшафт мировой энергетики:

контрасты становятся резче. *Бурение & нефть*, 2014. № 1. С. 3-11. URL: <http://bурнеft.ru/archive/issues/2014-01/> (дата звернення 22.09.2021)

25. Качинский А. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. Київ: НІСД, 2001. 311 с.

26. Конеченков А. Е., Лубчук И. В. Эксплуатация закона сохранения энергии. *Компаньен*, 2016. № 6. С. 41-45

27. Котляр П. Солнце и ветер одолеют уголь и газ. URL: http://www.gazeta.ru/science/2014/11/25_a_6313893.shtml#comments (дата звернення 22.09.2021).

28. Кудрявцева О. В., Гречухина И. А. Адаптация к изменению климата в регионе: коллективная монография. Москва: ТЭИС, 2013. 233 с.

29. Михальчишина Л. Г. Ефективність використання біоенергетичного потенціалу сільськогосподарських підприємств України. *Зб. наук. праць ВНАУ. Серія: економічні науки*, 2011, № 1 (48), С. 49-52.

30. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії: оцінка ефективності інвестиційних проєктів: монографія. О. М. Сохаська, О. М. Лященко, В. М. Олейко. Тернопіль: ТНЕУ, 2012. 308 с.

31. Оборина Е. В., Волошин Д. В., Ажнакин С. Г., Шудра К. Э. Антикризисные стратегии развития региональной энергетики: монография. Одеса: Фенікс, 2010. 283 с.

32. Сновлена енергостратегія. Українська енергетика. URL: <http://ua-energy.org/post/32010> (дата звернення 22.09.2021)

33. Осадчий Г. Б. Составляющие экономической эффективности использования энергетики возобновляемых источников энергии. URL:

<http://omsk.nark.mox.su/publ/innovatica/intellectual-capital/2013-osadchij-g-b-components-of-the-economic-efficiency-of-renewable-energy-sources-1/23-1-0-775> (дата звернення 22.09.2021)

34. Офіційний веб-сайт Української вітроенергетичної асоціації. URL:

<http://www.uwea.com.ua/press.php> (дата звернення 22.09.2021)

35. Пашкевич М. Потенціал малих річок, сонця і вітру. *Урядовий кур'єр*. 2012. № 132 (4776). С. 2-10.

36. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні: практ. посібник. За ред. Г. Гелетуха. Київ: Поліграф плюс, 2015. 72 с.

37. Політика енергоефективного розвитку і зміни клімату: монографія. В. Я. Шевчук, Н. Р. Малишева, Т. Т. Ковальчук, І. Г. Мантуров. Київ: ЦІ «Компринт», 2014. 218 с.

38. Преимущества и недостатки различной гидроэнергии. Альтернативная энергия. URL: <http://alternenergy.ru/stati/gidroyenergetika/preimuschestva-i-nedostatki-razlichnoi-g.html> (дата звернення 22.09.2021).

39. Преимущества и недостатки гидроэлектростанций. Enersy. URL: <http://www.enersy.ru/energiya/preimuschestva-i-nedostatki-gidroelektrostantsiy.html> (дата звернення 22.09.2021).

40. Преимущества и недостатки солнечной энергии. Solar Electro. URL: <http://solarelectro.ru/articles/preimuschestva-i-nedostatki-solnechnoi-energii> (дата звернення 22.09.2021).

41. Преимущества и недостатки солнечной энергии. Альтернативная энергия. URL: <https://alternativenenergy.ru/solnechnaya-energetika/85-preimuschestva-solnechnoy-energetiki.html> (дата звернення 22.09.2021).

42. Препимущества и недостаткн геотермальных электростанций. Enersy
URL: <http://www.enersy.ru/energija/preimuschestva-i-nedostatki-geotermalnyh-elektrostantsiy.html> (дата звернення 22.09.2021).

43. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 р. № 555-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення 22.09.2021).

44. Про енергозбереження: Закон України від 16 березня 2015 р. № 74/94-ВР. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 22.09.2021).

45. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року: розпорядження Кабінету міністрів України від 01.10.2014 р. № 902-р. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> (дата звернення 22.09.2021).

46. Про стимулювання заміщення природного газу у сфері теплопостачання: Постанова КМУ № 293 від 09.07.2014 р. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/293-2014-%D0%BF> (дата звернення 22.09.2021).

47. Про стимулювання заміщення природного газу під час виробництва теплової енергії для установ та організацій, що фінансуються з державного і місцевих бюджетів: Постанова КМУ № 453 від 10.09.2014 р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/453-2014-%D0%BF> (дата звернення 22.09.2021).

48. Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії. Закон України № 2712-VIII від 25.04.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2712-19#Text> (дата звернення 22.09.2021).

49. Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання заходів з енергозбереження: Закон України № 760-V від 16.03.2007 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/760-16#Text> (дата звернення 22.09.2021).

50. Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу: Закон України № 604-VI від 25.09.2008 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/604-17#Text> (дата звернення 22.09.2021)

51. Прокіп А. В. Організаційні та еколого-економічні засади використання відновлюваних енергоресурсів: монографія. Львів: ЗУКЦ, 2015. 337 с.

52. Пропозиції до Енергостратегії. Українська енергетика. URL: <http://ua-energy.org/post/22008> (дата звернення 22.09.2021).

53. Роджерс Д. Товарные биржи: самые горячие рынки в мире. Москва: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. 256 с.

54. Романова Э. Природные ресурсы мира. Москва: Изд-во МГУ, 1993. 303 с.

55. Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебн. пособ. Москва: КноРус, 2010. 227 с.

56. Сиротюк М. І. Поновлювані джерела енергії: навч. посіб. Львів: Видавн. центр ЛНУ, 2008. 170 с.

57. Скалкин Ф. Энергетика и окружающая среда. Санкт-Петербург: Энергоиздат. Ленингр. отделение, 1981. 280 с.

58. Соуфера С. Биомасса как источник энергии. Пер. с англ. А. Чочина. Москва: Мир, 1985. 368 с.

59. Стивен Эррера, Стюарт Л. Браун Торковля фьючерсами і опціонами на рынke енергоносітелей. Москва: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. 304 с.

60. Фельд Г.-Й. Перехід України на 100% відновлюваних джерел енергії є цілком реальним (Українська енергетика) URL: <http://ua-energy.org/post/22281> (дата звернення 22.09.2021)

61. BP Statistical Review of World Energy <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statistical-review-of-world-energy> (дата звернення 22.09.2021).

62. Final Report «FORRES 2020»: Analysis of the renewable energy sources' evolution up to 2020». Mario Ragwitz, Joachim Schleich, Fraunhofer ISI, Claus Huber, Gustav Resch, Thomas Faber, EEG Monique Voegt, Rogier Coenraads, ECOFYS Hans Cleijne, KEMA. URL:

http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at/pages/research/downloads/PR_30_FOORES_summary.pdf (дата звернення 22.09.2021)

63. Kartha S., Leach G. Using modern bioenergy to reduce rural poverty.

Stockholm Environment Institute. URL:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.447.4648&rep=rep1&type=pdf> (дата звернення 22.09.2021).

64. REN21. Renewables 2020. Global Status Report, 2020. Paris. 325 p. URL:

http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2020/GSR2014_full%20report_low%20res.pdf (дата звернення 22.09.2021)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України