



**USAID**  
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

Проект  
Енергетичної  
Безпеки



Вінницький  
пресклуб

# ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА ДЛЯ ЖУРНАЛІСТІВ

Вінниця  
«ТВОРИ»  
2021

УДК 620.92  
Д 99

Цей посібник було створено за підтримки американського народу, наданої через Агентство США з міжнародного розвитку (USAID) в рамках Проєкту енергетичної безпеки. Погляди авторів, викладені у посібнику, не обов'язково відображають погляди Агентства США з міжнародного розвитку або уряду Сполучених Штатів Америки.

Автори: Дядькович В.Т., Комар В.О., Кравчук С.В.

**Дядькович В.Т., Комар В.О., Кравчук С.В.**

Д 99                      Відновлювана енергетика для журналістів. Вінниця, ТОВ «ТВОРИ», 2021. 80 с.  
ISBN 978-966-949-798-7

ISBN 978-966-949-798-7

**УДК 620.92**  
© ТОВ «ТВОРИ», 2021

# Зміст

<b>1. ВДЕ ДЛЯ ЖУРНАЛІСТІВ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Роль медіа та журналістики у висвітленні теми ВДЕ.....	4
<b>2. АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ВДЕ.....</b>	<b>6</b>
2.1. Відновлювана енергія. Світовий тренд. Кліматична проблема .....	6
2.2. Види ВДЕ .....	8
2.2.1 Променева енергія Сонця. Геліотермальні станції. Фотовольтаїка.....	8
2.2.2 Вітер. Вітрові електростанції, вітропарки.....	18
2.2.3 Використання енергії, обумовленої кругообігом води в природі, гідроенергетика малих річок. Малі ГЕС .....	23
2.2.4 Використання природної теплової енергії надр. Геотермальні станції .....	28
2.2.5 Енергія припливів та відпливів.....	30
2.2.6 Енергія морських хвиль.....	32
2.2.7 Енергія з органічних відходів та біомаси (біогаз) .....	33
2.3. Розвиток ВДЕ у світі. Статистика. Динаміка.....	35
Інвестиції, фінансування і вартість електроенергії з ВДЕ .....	39
Витрати на виробництво електроенергії з ВДЕ .....	42
Тарифи.....	43
Вплив на навколишнє середовище .....	43
2.4. Енергетичне законодавство ЄС. Третій та четвертий енергопакети. ....	45
Третій енергетичний пакет .....	45
Четвертий енергетичний пакет .....	47
<b>3. ЕНЕРГЕТИЧНА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ, ВКЛЮЧАЮЧИ АЛЬТЕРНАТИВНУ ЕНЕРГЕТИКУ .....</b>	<b>48</b>
3.1. Особливості електроенергетичної системи України .....	48
Об'єднана енергетична система України (ОЕС України).....	48
3.2. Реформа ринку електричної енергії в Україні .....	51
<b>4. РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ.....</b>	<b>54</b>
Стратегічний напрямок .....	54
Законодавство .....	55
Розвиток відновлюваної енергетики.....	55
Інвестиції у розвиток відновлюваної енергетики в Україні.....	60
«Зелений» тариф .....	63
Аукціонна форма підтримки відновлюваної енергетики .....	66
Інтеграція ВДЕ в електричну мережу України. Зони ВДЕ. Прогнозування генерації .....	68
<b>5. АКТИВНІ СПОЖИВАЧІ (ПРОС'ЮМЕРИ) ТА SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ .....</b>	<b>71</b>
<b>6. ГЛОСАРІЙ .....</b>	<b>74</b>

# 1. ВДЕ ДЛЯ ЖУРНАЛІСТІВ

## 1.1. Роль медіа та журналістики у висвітленні теми ВДЕ

ЗМІ формують суспільну думку про всі сфери нашого життя через контент, який готують і яким діляться із своїми читачами. Якою є, і якою буде ця думка, залежить від того, наскільки обізнаними у питаннях ВДЕ є і можуть стати самі журналісти; а ще – від того, наскільки просто й доступно вони зможуть пояснити процеси, які відбуваються в українській енергетиці загалом та у сфері ВДЕ зокрема. Від рівня обізнаності громадськості про реформування українського сектору ВДЕ значною мірою залежатиме подальший розвиток ВДЕ зокрема та енергетики країни в цілому. Сформована громадська думка допомагає вимагати відповідних дій від тих, хто ухвалює рішення,

Медіа є своєрідним посередником, який має отримувати інформацію з першоджерела й транслювати її своїй аудиторії. Особливо важливу роль відіграють ЗМІ у «перекладі на просту мову» рішень урядів, аналітичних та фінансових звітів профільних урядових українських та міжнародних інституцій, аби всебічно інформувати суспільство про стан розвитку ВДЕ сектору в країні. Медіа можуть широко та всебічно досліджувати, аналізувати й висвітлювати міжнародний досвід; транслювати думки та позиції експертів і формувати цілісну картину щодо ситуації у галузі. Наприклад, висвітлюючи тему інвестицій у генерування електроенергії з викопних видів палива, або з відновлюваних джерел, політику та процес ціноутворення в енергетиці, ЗМІ сприяють прозорості цих питань для громадськості, яка таким чином отримує можливість краще зрозуміти ті чи інші аспекти різних питань та аналізувати ситуацію, встановлюючи причинно-наслідкові зв'язки. Це мотивує громадян певним чином контролювати владу, наприклад, вимагати від свого уряду пояснити вибір того чи іншого напрямку енергетичної галузі та взяти на себе відповідальність за наслідки.

Відновлювана енергетика має величезний потенціал: сотні тисяч робочих місць; мільярди гривень податків; відкриття лабораторій та створення потужних вітчизняних наукових центрів, що досліджують новітні способи видобутку чистої енергії, технологій її зберігання та транспортування й багато іншого. За 10 років розвитку ВДЕ в Україні було створено нові галузі та інфраструктури – від нових виробництв до нових спеціальностей у вузах.

Зрозуміло, що ВДЕ продукують екологічно чисту електроенергію із загально-відомих джерел генерації: сонця, вітру, біогазу чи води. Але на ВДЕ треба дивитися ширше, бо це – основа для створення енергосистеми, яка є екологічною, високотехнологічною та ощадливою. Така система включає в себе й інші технології, наприклад, системи акумулювання електроенергії. Крім того, ВДЕ – це потенційно найдешевша електроенергія, вартість якої знижується за рахунок розвитку та зде-

шевлення технологій, а також відсутності первинної скінченної сировини (викопного палива).

До того ж одним із основних завдань ВДЕ є стабілізація кліматичних змін. Досягнення цієї мети вимагає нових моделей ринку електроенергії, будівництва ринкових інфраструктур на основі концепції сталого розвитку <https://bit.ly/31z5U1j>, тобто, розвитку на основі встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі.

Про те, які перспективи відкриває ВДЕ для країни та її громадян, починаючи зі створених робочих місць, сплачених податків, які йдуть у бюджет країни та громад, і закінчуючи тим, що кожен може використовувати ВДЕ для власних потреб, сформувати власну та докласти до формування колективної екологічної свідомості – сподіваємось, саме про це отримаємо більше матеріалів у медіа за результатами роботи журналістів із нашим посібником.

## 2. АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ВДЕ

### 2.1. Відновлювана енергія. Світовий тренд. Кліматична проблема

За даними світової статистики, населення нашої планети на 01.06.2020 становить майже 7,8 млрд. Для їх проживання потрібні ресурси – як продовольчі, так і енергетичні. Завдяки Першій промисловій революції (кінець XVII, XVIII та XIX століття) відбувся перехід від ручної, переважно ремісничої домашньої праці, до машинного фабрично-заводського виробництва. А будь-які машини потребують зовнішнього підводу енергії. Як правило, в той час це були парові машини, які працювали на природних викопних ресурсах, наприклад, на дровах та вугіллі. Під час Другої промислової революції (кінець XIX – середина XX століття) з'являються залізниця, електрика, автомобілі. Відбувається перехід від вугілля як головного енергоносія до іншого викопного палива – нафти. Споживання енергоносіїв зростає. Спалювання вугілля та нафти сягають критичних розмірів. Людство починає замислюватись над тим, що запаси викопного палива – не безмежні. Ресурс <https://www.worldometers.info/uk/> стверджує, що до повного виснаження розвіданих запасів нафти залишилось 15 693 дні (усього 43 роки), газу – 57 638 днів (158 років), вугілля – 148 807 днів (407 років). Екологи також б'ють на сполох щодо викидів, які утворюються при спалюванні вугілля, нафти та їх похідних. Наприклад, при спалюванні 1 тисячі тонн кам'яного вугілля утворюється майже 150 т викидів: 9,58 т CO<sub>2</sub>; 63,56 т оксиду азоту NO<sub>2</sub>; 9,20 т оксиду сірки SO<sub>2</sub>; 65,32 т твердих частинок (пилу неорганічного). <https://bio.ukr.bio/ua/articles/3589/>.

Постійне збільшення викидів при спалюванні викопного палива, які отримали назву «парникові гази», призводить до глобального потепління клімату планети. Вміст CO<sub>2</sub> в атмосфері Землі збільшується шаленими темпами. Всесвітньо визнана обсерваторія Мауна-Лоа на Гаваях, починаючи з 1958 р., веде постійні вимірювання концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері планети. На початку спостережень фіксувалася концентрація, трохи більша за 300 мільйонних часток (ppm). А вже в 2015 р. цей показник перевищив значення у 400 ppm, і 22 березня 2015 року він склав 401,77 ppm.

Усього через чотири роки – в травні 2019 року – цей показник зріс на 15 пунктів і склав 415 ppm, що стало новим “рекордом” спостережень.

Вважається, що критичним для цивілізації є показник у 600 ppm, коли може зникнути життя. Звісно, що Організація Об'єднаних Націй не могла стояти осторонь цих проблем. 9 травня 1992 р. було прийнято Рамкову конвенцію ООН зі зміни клімату, мета якої полягає у стабілізації концентрації парникових газів в атмосфері на такому рівні, який не допускав би небезпечного впливу на клімат Землі. Майже 200 країн світу підписали цю угоду. Додатковим документом до Рамкової конвенції ООН зі змін клімату став Кіотський протокол від 11 грудня 1997 р. Ним було узго-

джено, що країни-учасниці зобов'язані зменшити середньорічні обсяги викидів парникових газів у період 2008-2012 рр. в середньому на 5,2 %. Цікаво, що північні країни Євросоюзу зобов'язалися максимально знизити свої викиди майже в п'ять разів більше – до 28 %. На зміну Кіотському протоколу прийшла Паризька угода від 2015 р. Її основна мета – не допустити зростання світової температури на більше ніж +1,5°C від доіндустріальних років, оскільки так зменшиться ризик зміни клімату.

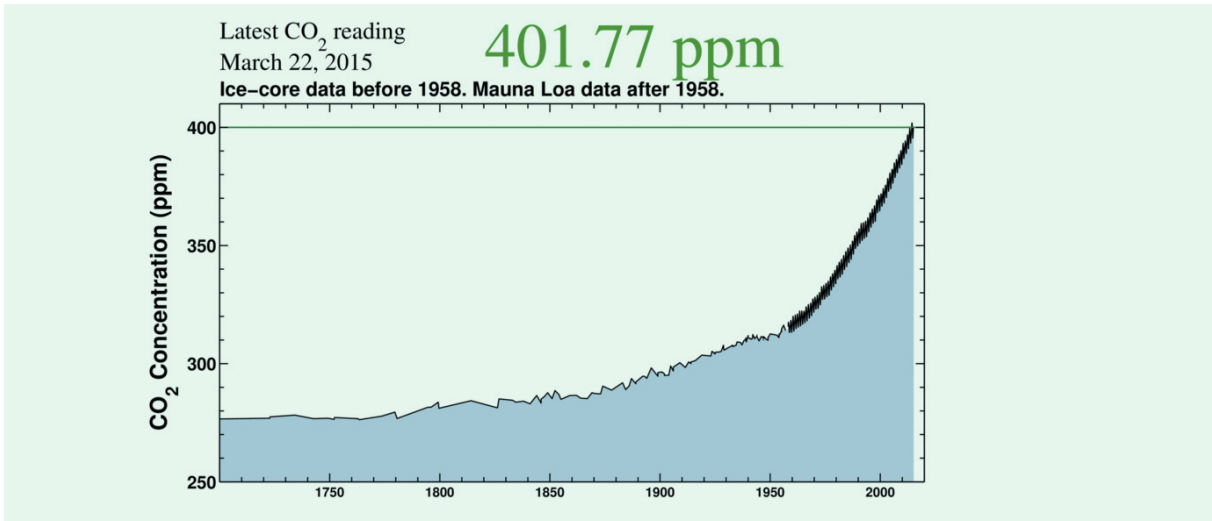


Рис. 1. Вміст CO<sub>2</sub> в атмосфері планети станом на 22 березня 2015 р.  
<https://keelingcurve.ucsd.edu/>

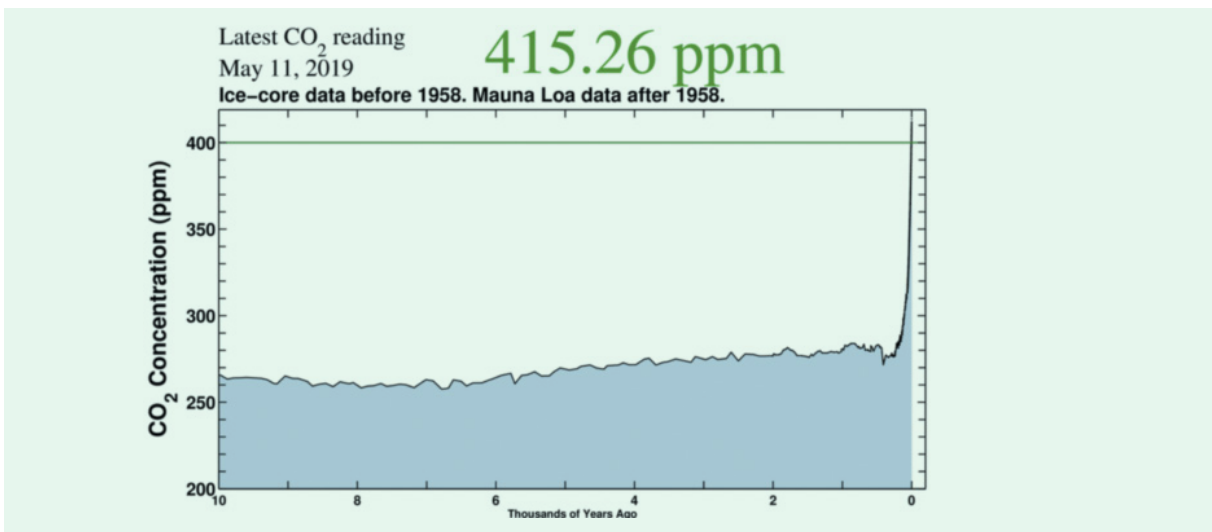


Рис. 2. Вміст CO<sub>2</sub> в атмосфері планети станом на 11 травня 2019 р.  
<https://keelingcurve.ucsd.edu/>

Із середини ХХ століття починається пошук джерел енергії, які не залежать від викопних видів палива та при використанні яких не утворюються шкідливі викиди. Такі джерела отримали назву «відновлювані».

## 2.2. Види ВДЕ

---

Альтернативні джерела енергії – це відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів та вторинні енергетичні ресурси (доменний і коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів). (Закон України «Про альтернативні джерела енергії». (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 24, ст.155).

Викопне паливо має обмежені запаси, а, враховуючи стрімке збільшення споживання енергії і вимушене зростання витрат, необхідних для видобування наявних викопних запасів щоразу з більших глибин, наступні покоління неодмінно стикнуться з їх нестачею. На відміну від викопного палива – нафти, газу, вугілля, урану – ВДЕ є невичерпними.

### 2.2.1 Променева енергія Сонця. Геліотермальні станції. Фотовольтаїка

---

Щохвилини Сонце надсилає на Землю стільки енергії, скільки людство виробляє за рік. Це є наслідком того, що на Сонці постійно відбуваються термоядерні реакції. Температура на поверхні Сонця оцінюється приблизно в 6,000°C, а всередині Сонця – близько 40,000,000°C. Завдяки цьому на кожний квадратний метр поверхні Землі, розташований перпендикулярно потоку сонячного випромінювання, «долітає» 1,367 кВт сонячної потужності. Усього 22 дні безхмарного сонячного сяйва, що приходить на Землю, дорівнюють усім запасам органічного палива на Землі. Використання лише 0,1% енергетичного потенціалу сонячної радіації дозволить цілком задовольнити енергетичні потреби людства до кінця XXI століття.

Можливі перетворення енергії Сонця:

- трансформація у теплову енергію;
- трансформація у механічну енергію через теплову;
- трансформація безпосередньо в електричну енергію (фотовольтаїка).

Найбільше поширення отримало використання теплової енергії Сонця для нагріву води. Перший ефективний сонячний водонагрівач було винайдено в 1909 р. В сучасному світі використовуються в основному два типи нагрівачів: трубчасті вакуумні та плоскі.

Вважається, що з одного квадратного метра нагрівача можна отримати до 80 літрів води, нагрітої від 20 до 65°C.



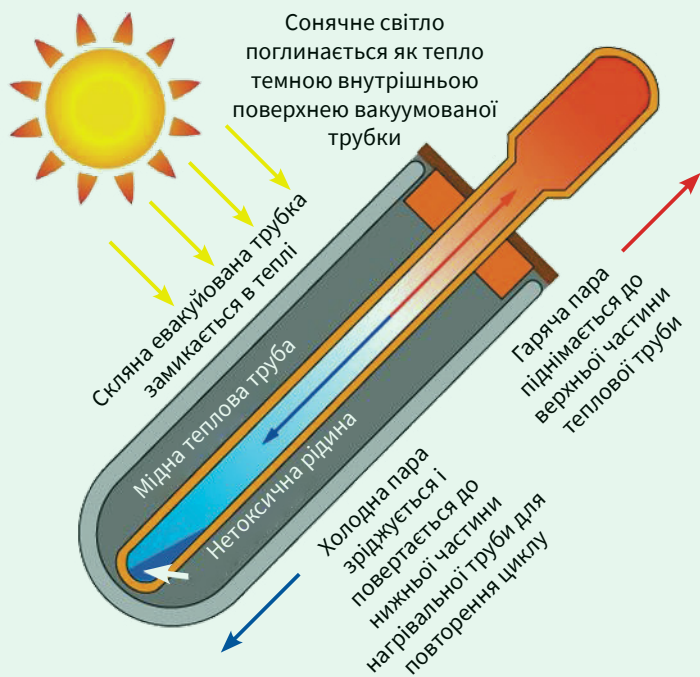
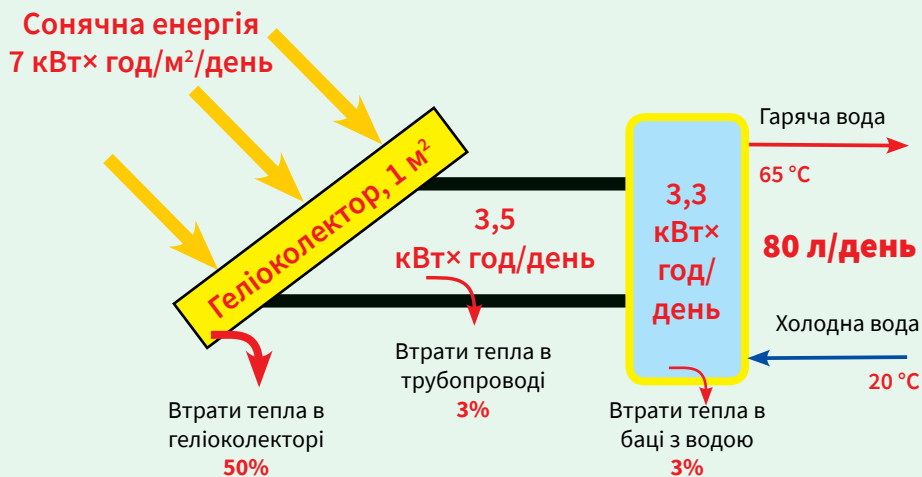


Рис. 3. Побудова трубчастих вакуумних та плоских сонячних колекторів для отримання гарячої води.  
<https://bit.ly/2QOi9F2>



## Скільки гарячої води можна отримати?



### Експлуатація колекторів на тваринницьких фермах:

- кількість панелей ..... 10 шт
- ефективна площа ..... 20 м²
- зона експлуатації ..... Центр України
- максимальна добова продуктивність по воді ..... 2100 л/доба

Рис. 4. Розрахунок отримання гарячої води за допомогою сонячного опромінення

У сучасному будівництві широкого поширення набуло постачання гарячої води, нагрітої сонцем. На фото 1 показано монтаж сонячної геліосистеми на даху будинку Rincon Hill, що зводиться у Сан-Франциско.



Фото 1. Вежа Rincon Hill у Сан-Франциско, на даху якої монтують колектори для отримання 19 т гарячої води.  
<https://bit.ly/3meqJbN>

Фото 2. Сонячні колектори для отримання гарячої води на дахах в Афінах (Греція)



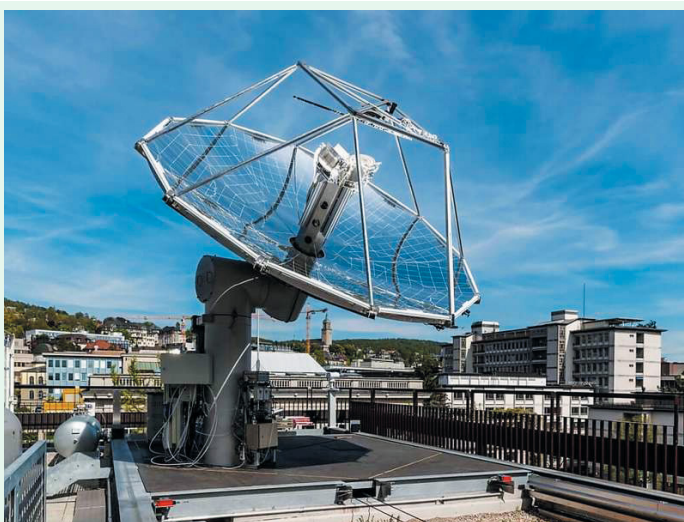
Теплова енергія сонячного випромінення також може використовуватись у побуті, наприклад, для випічки хліба.

Фото 3. Використання сонячного тепла в Кенії для випічки хліба. В геліоконцентраторах та печах компанії GoSol температура всередині перевищує 300°C.  
<https://gosol.org/kenya>



Цікавим є проєкт науковців зі Швейцарії, який використовує сонячне тепло для отримання керосину (гасу). Продуктивність – 100 г керосину за добу.

Фото 4. Геліоустановка, побудована науковцями зі Швейцарії, для отримання керосину за допомогою сонячного тепла.  
<https://bit.ly/3rAuBFa>



Сонячне тепло може бути перетворене на механічну енергію. Одним із перших винахідників, який використав це в промислових обсягах, був француз Огюст Мушо (1878 р.). Пара в котлі генерувалася Сонцем із застосуванням параболічного дзеркала (діаметром 5 м) та приводила в дію друкарський верстат із можливістю друку 500 примірників газети на годину.

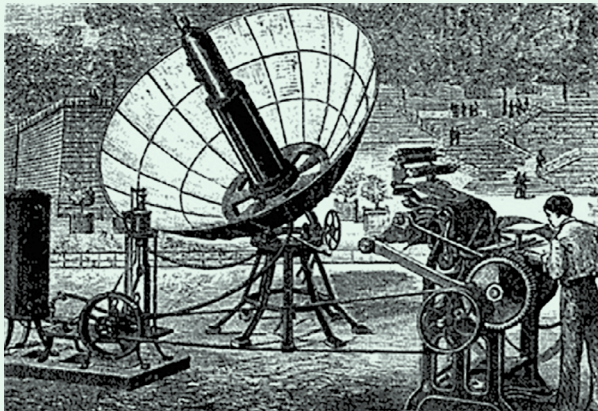


Рис. 5. Друкування газет за допомогою сонячного тепла Огюстом Мушо

З тих пір параболічні дзеркала найбільш широко застосовуються для отримання сонячного тепла. Якщо використовувати сонячне тепло для перетворення води на пару та в подальшому подавати пару до парової турбіни, з'єднаної з електрогенератором, отримуємо сонячну теплову електростанцію. Принцип роботи такої станції показано на рис. 6. У центрі ділянки будується вежа – заввишки не менш за 140 м – із приймачем тепла від системи дзеркал, які розташовані навкруги та орієнтуються таким чином, щоб щосекунди подавати на башту найбільше тепла. В башті сонячне тепло нагріває до 560°C спеціальні солі, доводячи їх до рідкого стану. Розігрітий соляний розчин спрямовується до парогенератора. Пара розкручує генератор, який за допомогою перетворювача (інвертора) подає струм до мережі.

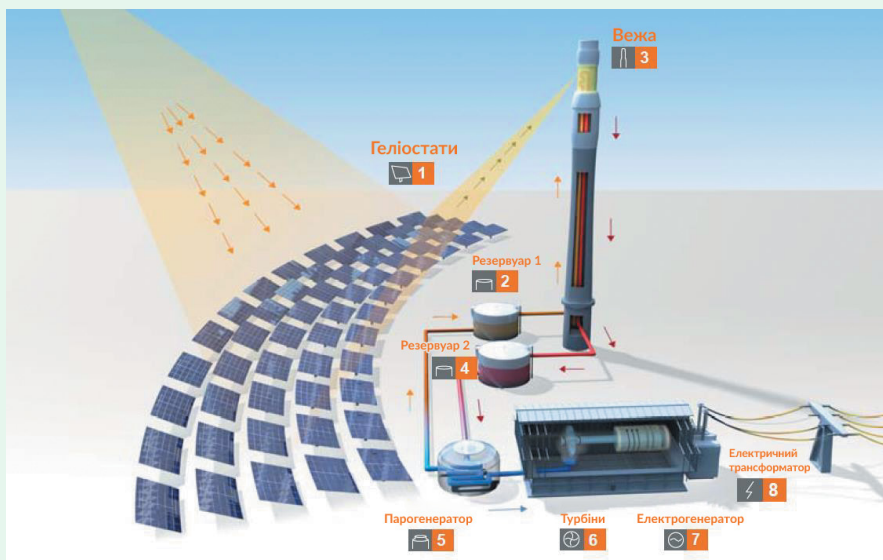


Рис. 6. Схема роботи CSP-станцій

Однією з перших таких станцій була станція Gemasolar потужністю 19,9 МВт, побудована в Андалусії (Іспанія). Станція працює 24 години на добу завдяки системі збереження тепла, накопиченого вдень.



Фото 6. CSP-станції: Gemasolar – в Іспанії та Solar Energy Generating Systems – у Каліфорнії

Однак спорудження високих башт для електростанцій такого типу не є обов'язковим. Наприклад, у Каліфорнії працює станція Solar Energy Generating Systems (SEGS) із системою горизонтальних параболічних дзеркал, у фокусі яких встановлені трубки з синтетичною олією. Температура її досягає 400°C, і в подальшому вона так само подається до парогенератора. Сумарна потужність такої станції – 354 МВт.

Завдяки оснащенню таких станцій високотемпературними накопичувачами енергії вони мають можливість виробляти електроенергію навіть після заходу сонця. Відпадає необхідність балансування електричної електроенергії, що є безумовною перевагою таких станцій.

У 2018 році потужність усіх електричних станцій такого типу в світі склала 5,6 ГВт. У консалтинговій компанії Global Data вважають, що до 2030 року їх потужність зросте до 22,4 ГВт.

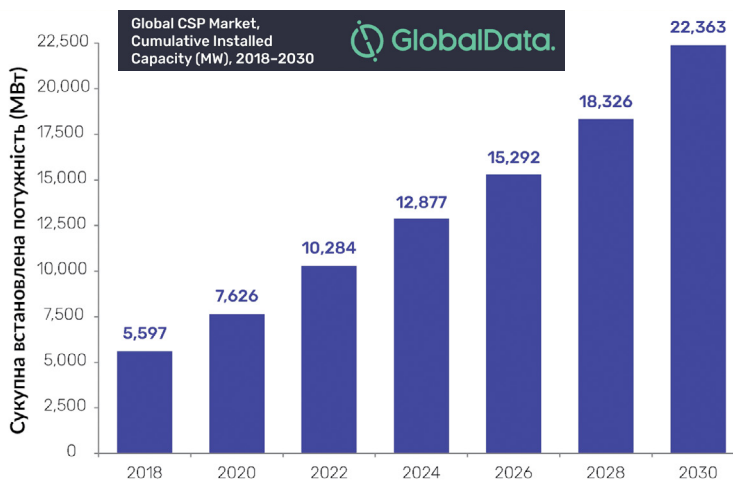


Рис. 7. Прогноз зростання потужностей CSP станцій. Джерело GlobalData power Database.

<https://bit.ly/3rHnI4Q>

Наприкінці XIX – початку XX століть виявилось, що випромінення Сонця можна безпосередньо перетворювати на електроенергію. Фізики-експериментатори Генріх Герц, Олександр Столетов та інші довели, що промінь сонця, який падає на деякі матеріали, здатний утворювати в них направлений рух електронів. Процес виникнення електричного струму в матеріалах під дією сонячного світла отримав назву фотовольтаїки. Понад 50 років таке явище не мало жодного промислового використання, аж доки телефонна компанія Bell Telephone на пресконференції 25 квітня 1954 р. не продемонструвала роботу радіопередавача та приймача, які працювали без будь-яких гальванічних елементів живлення. Системи провідного телефонного зв'язку, які впроваджувала Bell Telephone, вимагали постійного живлення шляхових підсилювачів, які встановлювалися на лініях. Для такого живлення використовувалися звичайні гальванічні елементи (батареї). Однак під дією атмосферних явищ (підвищена волога) такі елементи дуже швидко розряджалися та виходили з ладу. Компанія уклала контракт із Деріелом Чапіним на розробку нових за принципом елементів живлення. Спочатку фізика-дослідника переслідували невдачі, бо він намагався використовувати селен. Однак перетворення сонячного світла в селені давало всього 5 Вт потужності на квадратний метр і мало дуже низький ККД – усього 0,5%. Проблемою він поділився зі своїм другом Джерельдом Пірсоном, який на той час проводив досліди з кремнієм. У свою чергу, Пірсон товаришував із Келвіном Фуллером, хіміком за фахом. Саме Фуллер увів до кремнію галій, що сприяло створенню потужного провідника. Дослідний зразок отриманого напівпровідника освітили звичайною лампою. Прилад, підключений до дослідного зразка, показав збільшений струм. Це був величезний успіх, який поклав початок промислового використанню фотовольтаїки.



Фото 7. Чапін, Пірсон та Фуллер на постановочному фото, зробленому на вимогу кореспондента «Нью-Йорк Таймс» після пресконференції 25 квітня 1954 р. Зразки опромінують звичайною лампою та спостерігають за показниками амперметра

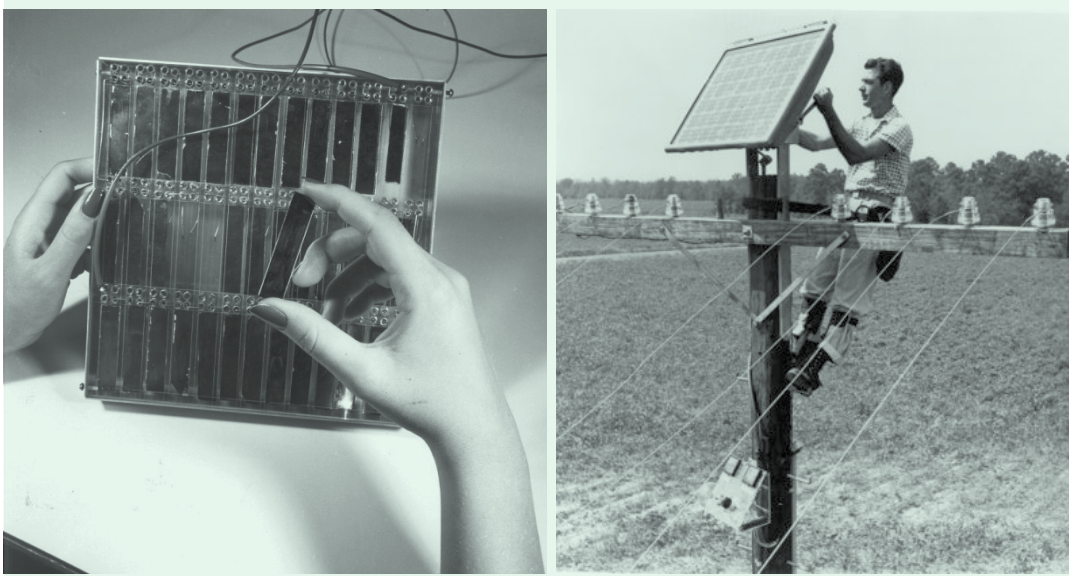


Фото 8. Перша сонячна батарея від компанії Bell Telephone.  
<http://www.bell-labs.com/about/history/>

Перші сонячні панелі мали ККД до 5%. У сучасних зразках цей показник доведено до 20%, а в деяких – і вище. Компанія Panasonic із 2014 р. випускає панелі з показником у 25,6%. Теоретично, межа ККД кремнієвих панелей складає трохи більше 29%.

Сьогодні в світі фотопанелі виготовляють із різноманітних напівпровідникових матеріалів. Найбільш поширеними є монокристалічний кремній, полікристалічний кремній, аморфний кремній, телурид кадмію, арсенід галію, сульфат кадмію та деякі інші. Розрізняють три основні типи панелей:

- монокристалічні – найбільш складні та дорогі, оскільки для їх виготовлення потрібен кристалічний кремній зі спеціально вирощених стрижнів, завдяки чому вони мають характерні фаски по кутках пластин. Вони – найбільш ефективні;
- полікристалічні – дешевші за монокристалічні, однак менш ефективні;
- тонкоплівкові – використовують тонкі плівки, що виготовляються з розплавленого кремнію, сульфату кадмію. Вони найменш ефективні, однак мають перевагу у вигляді гнучких фотоелементів.

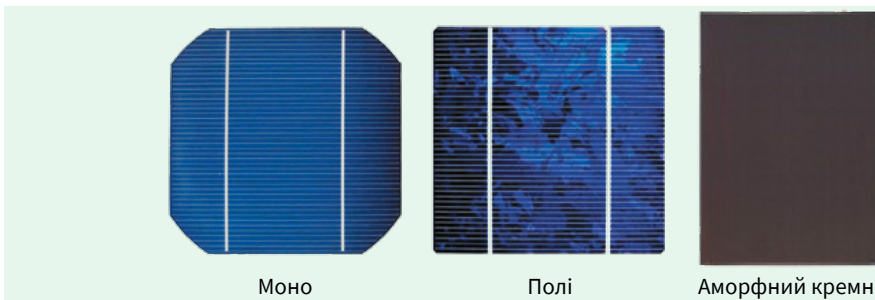


Рис. 8. Види кремнію, який використовується у виробництві панелей фотовольтаїки

Розвитку фотовольтаїки сприяло й те, що в деяких країнах були введені так звані “зелені” тарифи, які стимулювали отримання електричної енергії за рахунок сонячного випромінення. Сонячні станції, які використовують фотоелектричні технології, отримали визначення як PV-станції (photovoltaic, скорочено — PV). Принцип роботи таких станцій показано на схемі.

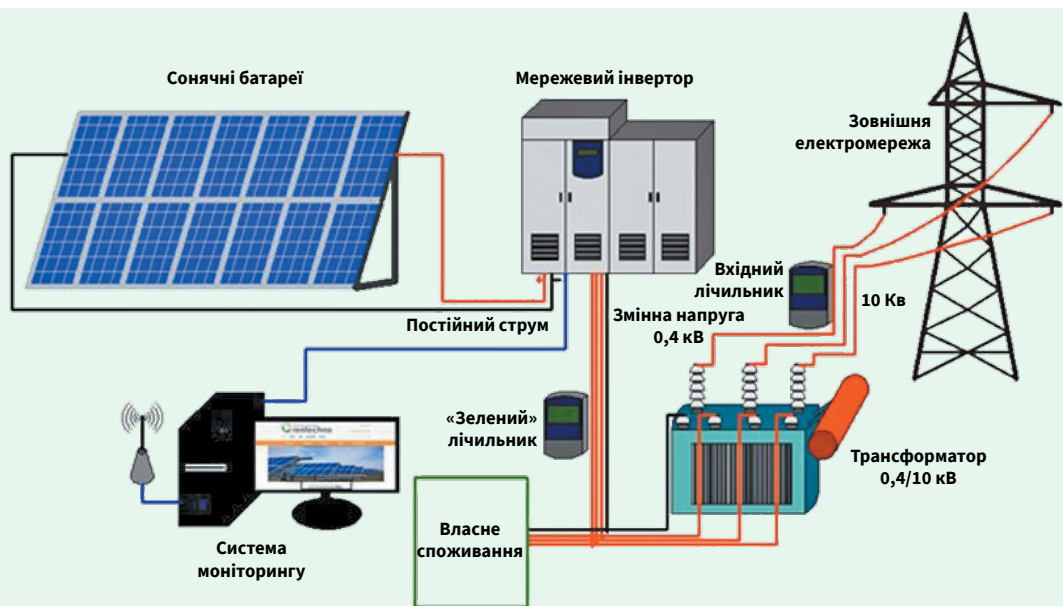


Рис. 9. Схема роботи PV-станції

На виділеній ділянці (може бути як на суходолі, так і на водоймі) монтується геліополе, яке складається з сонячних батарей, зібраних у модулі. Щоб підвищити ефективність панелей, модулі інколи оснащують так званими трекерними системами, або трекерами. Функція трекера – завжди орієнтувати панелі в положення, коли вони максимально генерують напругу, а саме – перпендикулярно до сонячних променів. Трекерні системи за принципом роботи бувають трьох видів: пасивні (коли в програму вкладається астрономічний алгоритм), активні (оснащені датчиком, який сам шукає на небосхилі ділянку із найбільшою освітленістю та подає сигнал для орієнтації на неї панелі) та комбіновані (при виході із ладу активної системи вони автоматично переходять на астрономічну). За способом орієнтування панелі поділяються на одно- та двокоординатні.

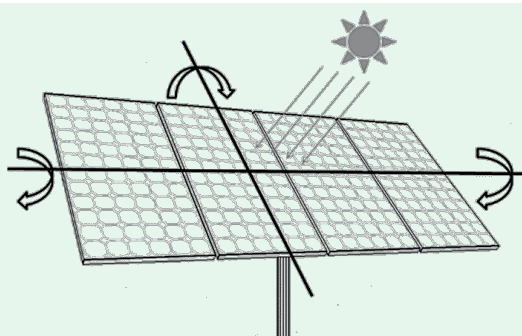


Рис. 10. Схема змін кутів нахилу сонячних панелей при роботі двокоординатного трекера



Сонячні панелі генерують постійний струм. Для його перетворення на змінний використовують інвертори. Інвертори мають свій ККД, як правило – близько 85%.



Фото 9. Система інверторів, встановлених на СЕС у Калинівському районі Вінницької області.  
<https://bit.ly/3ubF5MP>

Далі вироблений струм направляється на трансформатор і звідти через лінії електропередач (ЛЕП) – до мережі.

Рік від року збільшується потужність введених в експлуатацію сонячних станцій. У 2020 році в Індії, у штаті Тамилнад, введено в дію одну з найпотужніших станцій – понад 700 МВт.



Фото 10. Геліополі сонячних станцій на суходолі та на водоймі

У 2019 році у світі установлена потужність сонячних електростанцій складала 663 ГВт.

## 2.2.2 Вітер. Вітрові електростанції, вітропарки

Вітер вважається одним із перших стабільних відновлюваних джерел енергії, освоєних людиною. Більше 4000 років енергію вітру використовують для руху кораблів, обмолочування зерна, зрошування полів. Наприкінці 80-х років XIX століття завдяки наполегливості винахідників Джеймса Блайта (Шотландія) та Чарльза Браша (Клівленд, США) людство навчилося перетворювати вітер на чисту енергію у вигляді електроенергії.

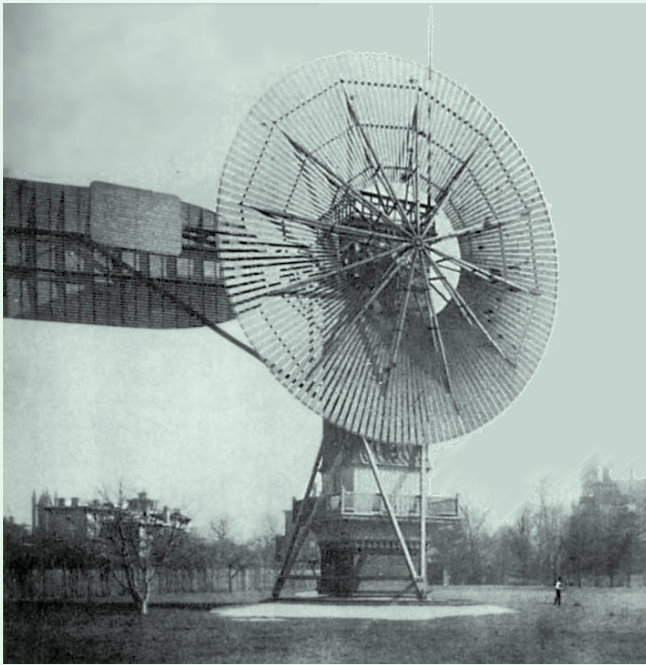


Фото 11.  
Одна з перших вітрових електростанцій Charles F. Brush у Клівленді. Потужність – 12 кВт, ротор діаметром 17 м, 144 дерев'яних лопатей. Роки роботи: 1886-1900.  
<https://bit.ly/3siGXfF>

З тих пір загальна потужність усіх вітроенергетичних установок (ВЕУ) у світі, згідно зі статистикою Всесвітньої вітроенергетичної асоціації (WWEA), складає 650,8 ГВт (приріст тільки у 2019 р. – 59,7 ГВт) <https://library.wwindea.org/global-statistics/>.

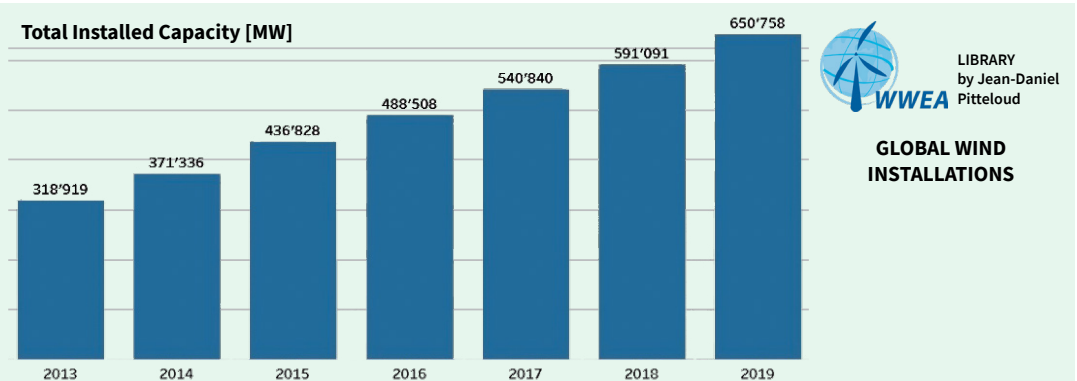


Рис. 11. Приріст потужностей вітрогенерації у світі.  
<https://wwindea.org/information-2/information/>

Серед країн світу лідерами у впровадженні вітроенергетики є Китай, США, Німеччина, Іспанія, Індія.

Під вітроенергетичною установкою ВЕУ (wind power plant) розуміють комплекс взаємопов'язаного устаткування та споруджень, призначений для перетворення енергії вітру на інші види енергії. Принцип роботи вітроустановок простий: горизонтальні переміщення повітряних мас, які виникають у результаті нерівномірного нагріву поверхні планети і називаються вітром, тиснуть на лопаті вітряка. Профіль лопатей виконано таким чином, що це приводить до їх обертання, і через вал механічна енергія передається до генератора, який, у свою чергу, і генерує електричну енергію. Як правило, і це доведено дослідженнями у 1970 роках у Данії та прийнято усіма виробниками, оптимальною є наявність у великих промислових вітряків трьох лопатей. Однак швидкість обертання вітряка недостатня, і, щоб її підвищити, використовують редуктори навпаки – мультиплікатори. Тобто оберти валу вітряка – малі, а оберти валу генератора збільшуються.

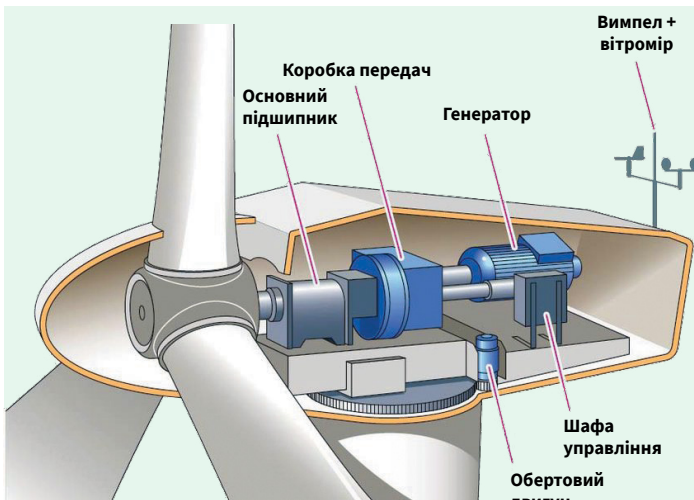


Рис. 12. Схема моторгондoli промислової ВЕУ



Рис. 13. Схема ВЕУ

Найпоширенішим видом промислових ВЕУ є прибережні – з горизонтальною віссю обертання. Чому прибережні? Тому що на березі великих водойм – найкращі умови для наявності стабільних вітрів. Для менш потужних ВЕУ можуть вико-

ристовуватися лопаті, виготовлені за принципом ротора Савоніуса (Savonius) або ротора Дарьє (Darrieus). Але в будь-якому разі вони мають вал, що обертається та передає крутний момент на генератор.

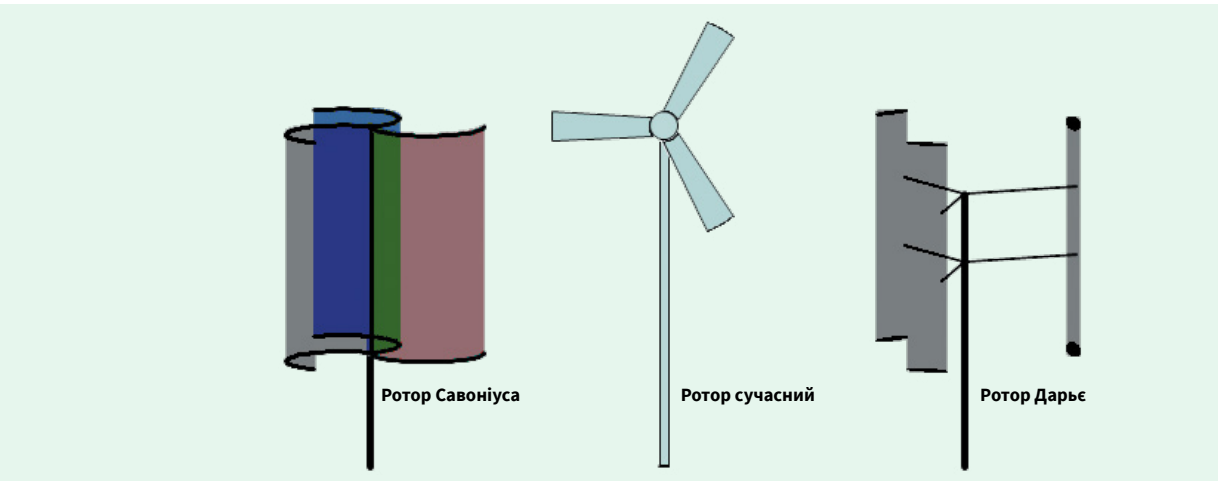


Рис. 14. Схема роторів Савоніуса та Дарьє



Фото 12. Вітрові турбіни нетипової конструкції

Генерована ВЕУ електрична енергія виробляється, як правило, зі змінного струму. Тому її нескладно обробляти в перетворювачах струму та через трансформатор подавати в мережу єдиної енергосистеми, а звідти – до усіх споживачів.



Рис. 15. Схема отримання електроенергії від ВЕУ

Що вище над поверхнею знаходиться вітроколесо, і чим більший його діаметр, тим більше стабільної електроенергії виробляє ВЕУ. Площа кола, яке при обертанні описують лопаті вітроколеса, називається захоплювальною поверхнею. На рис. 16 показано, як із роками змінювалася висота та захоплювальна площа ВЕУ та як це приводило до зростання виробленої енергії: від 55 кВт та висоти 20 м – у 1985 р. – до 4,2 МВт та висоти 160 м – у 2015 р.

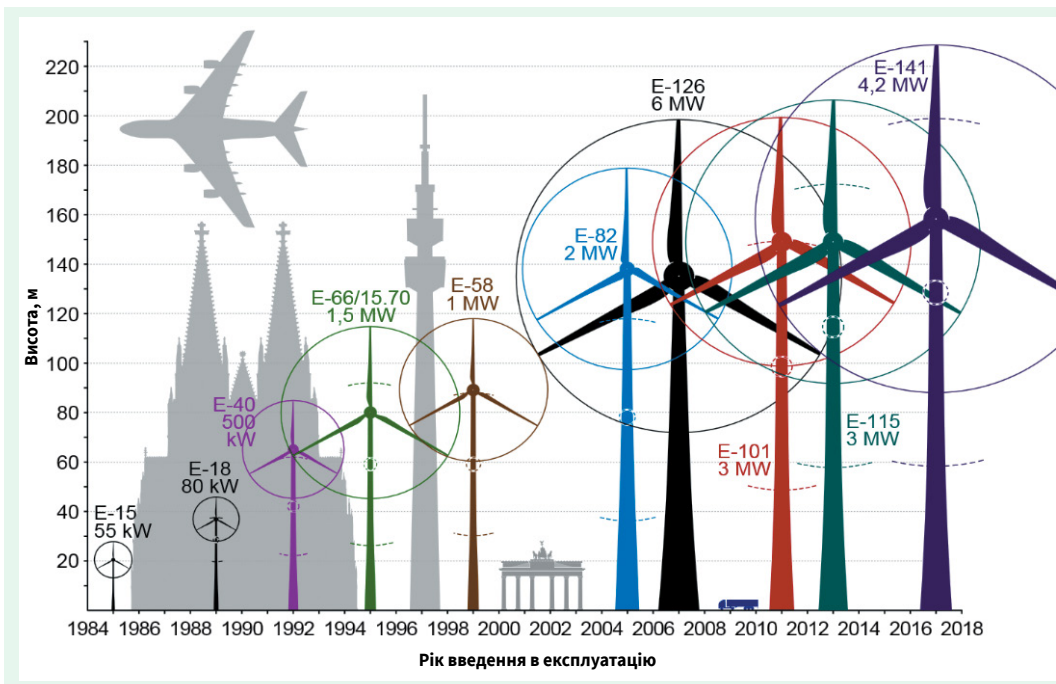


Рис. 16. Зростання висоти та захоплювальної площі ВЕУ по роках.

<https://bit.ly/3whJEQV>

У залежності від потужності ВЕУ розділяють на групи:

- 1) надпотужні – понад 2 МВт, діаметр вітроколеса – від 100 м, період обертання – 5,7 секунди;
- 2) потужні – до 2 МВт, діаметр вітроколеса – до 100 м, період обертання – до 3,1 секунди;
- 3) середні – до 150 кВт, діаметр вітроколеса – до 25 м, період обертання – до 1,1 секунди;
- 4) малі – до 25 кВт, діаметр вітроколеса – до 10 м, період обертання – до 0,4 секунди;
- 5) надмалі – менші за 5 кВт, діаметр вітроколеса – до 3 м, період обертання – 0,1 секунди.

У залежності від місця установки, ВЕУ розділяють на такі типи:

- 1) наземна – встановлюється на поверхні землі, як правило – на височині;
- 2) шельфова – встановлюється у морі, де невелика глибина та відстань від берега – 15-40 км. Уся конструкція встановлюється на платформу, яка кріпиться до паль, забитих у морське дно на глибину до 30 м. Вироблена електроенергія подається на берег підводним кабелем;
- 3) плаваюча – така ВЕУ має підводний понтон із баластом для стабілізації. Від дрейфу її утримує система з трьох якорів. Також використовується підводний кабель;
- 4) ширяюча – розміщується над землею на висоті від 140 до 220 м за допомогою аеростатів спеціальної форми та утримується тросами.



Фото 13. Типи ВЕУ: наземна, плаваюча, ширяюча багатовітрякова

З метою отримання максимальної генерації в одному місці та зменшення витрат на побудову ВЕУ об'єднують у єдині комплекси, які отримали назву «вітропарки». Великі вітропарки можуть складатися із 100 та навіть більше ВЕУ.



Фото 14. Один із вітропарків на суходолі та вітропарк на морі

### 2.2.3 Використання енергії, обумовленої колообігом води в природі, гідроенергетика малих річок. Малі ГЕС

Найпоширеніша на землі речовина – це вода. Під впливом природних чинників, таких як сонячна радіація та сила тяжіння, вона легко перетворюється з одного стану на інший (приміром, із рідкого на газоподібний та навпаки). Завдяки вітру пара може переміщуватися на великі відстані та знову конденсуватися у рідину. Таким чином відбувається безперервний процес колообігу води. Внаслідок цього ріки мають постійне поповнення водного ресурсу.



Рис. 17. Схема колообігу води в природі

Так само як колись на розвиток вітряної енергетики вплинули вітряні млини, на розвиток малої гідроенергетики вплинули конструкції водяних млинів. Принцип роботи ГЕС простий. Ланцюг гідротехнічних споруд забезпечує необхідний напір води, що надходить на лопаті гідротурбіни, яка приводить у дію генератори, що виробляють електроенергію. У машинному залі розташовані гідроагрегати, які безпосередньо перетворюють енергію струму води в електричну енергію. До ВДЕ відносять малі ГЕС, що будуються на невеликих річках і навіть струмках. Малі ГЕС також можуть встановлюватися на технологічних водовідтоках (промислові та каналізаційні скиди), на іригаційних каналах у сільській місцевості, штучних водоймах.

За принципом побудови гідротехнічних споруд малі ГЕС поділяються на руслові, пригреблеві та дериваційні. Для дериваційних станцій напір води на турбіну створюється за рахунок відводу частини потоку річки через обхідні канали, тунелі, лотки або трубопроводи.



Фото 15. Теребле-Ріцька дериваційна мініГЕС у Хустському районі Закарпаття, розташована в долинах річок Тереблі й Ріки.

<https://bit.ly/39wA2yN>

У відповідності до існуючої класифікації до малих гідроелектростанцій (МГЕС) відносять гідроелектростанції потужністю від 1 до 10 МВт, до мініГЕС — від 200 до 1000 кВт, до мікроГЕС — не більше 200 кВт.

До переваг малих ГЕС відносять:

- виробництво електроенергії без використання викопного, органічного та ядерного палива;
- на відміну від фотовольтаїки та вітрогенерації виробництво не залежить від часу доби та примх погоди (що може завадити – це замерзання водойм);
- значний термін служби та висока надійність експлуатації;
- передбачуваність та забезпеченість режимів роботи;



- висока маневреність і коефіцієнт готовності;
- можливість повної автоматизації процесу експлуатації;
- мінімальний вплив на навколишнє середовище при правильному виборі місця розташування та дотриманні екологічного законодавства;
- мінімальний вплив на ландшафт і незначне відчуження земельних ділянок;
- не потрібно великих річок, можна облаштовувати навіть на невеликих, але швидких струмках;
- додаткові можливості для ведення рибного господарства, зрошення, водопостачання.

Серед можливих недоліків – недостатня сила течії, що може викликати необхідність встановлення додаткових гідротехнічних споруд.

За оцінкою Міжнародного енергетичного агентства, 5 % світового потенціалу гідроенергетики реалізується через малі ГЕС. Технічний потенціал малої гідроенергетики оцінюється на рівні 150 – 200 ГВт. Економія органічного палива за рахунок використання потенціалу малої гідроенергетики в загальному виробництві енергії на 2020 рік прогнозувалась в обсязі 69 і 99 млн т у. п., відповідно до песимістичного й оптимістичного варіантів розвитку світової енергетики. Більша частина неосвоєного потенціалу гідроенергетики знаходиться в Африці, Азії та Латинській Америці.

У США зараз діє понад 10 тис. малих ГЕС сумарною потужністю більше 7 млн кВт. Частка малої гідроенергетики досягає 50% усієї гідроенергетики США. В Японії діє майже півтори тисячі малих ГЕС, в Італії, Франції та Швеції – понад 1200 у кожній; в Австрії та Німеччині – до 900, у Норвегії та Фінляндії – до 300.

Важливою частиною будь-якої малої ГЕС є турбіна. Найстарішим типом турбін є підливне колесо, зображене на рис. 18. Такі колеса були поширені на річці Тибр в околицях Рима в VI столітті н.е. Французький винахідник Жан Понселе довів ККД такого колеса до 55%.

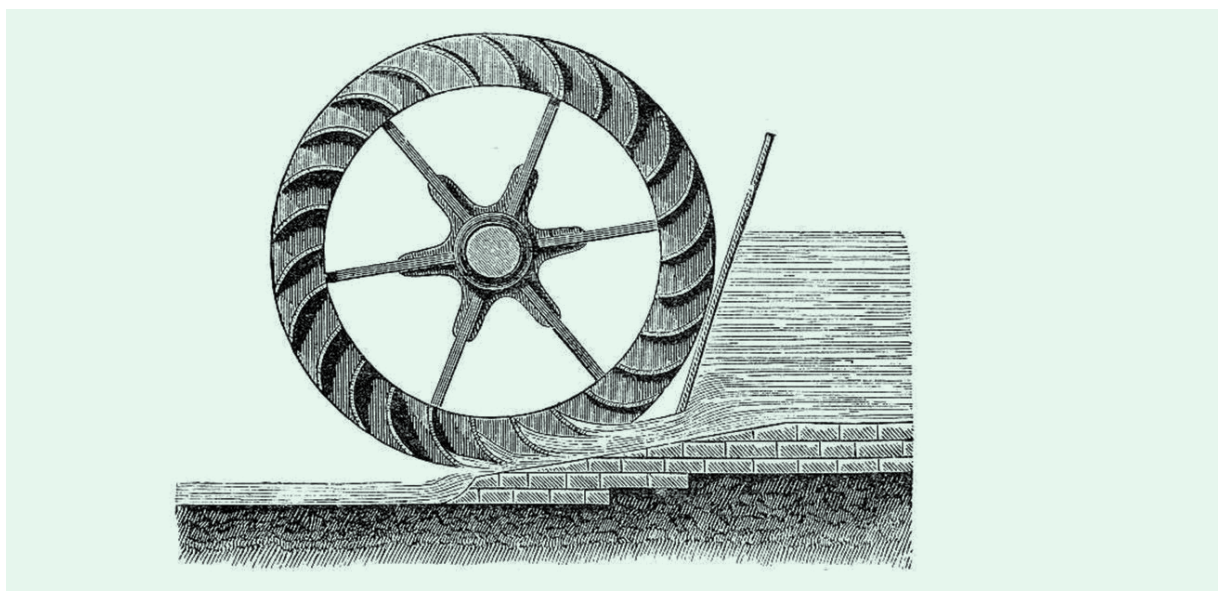


Рис. 18. Підливне колесо Жана Понселе

У 1889 р. американський винахідник Лестор Пельтон отримав патент на так звану «ковшову турбіну». Її перевага – робота з малими втратами при великих на тисках води. Зараз такі турбіни широко використовуються на малих ГЕС.



Фото 16. Ковшова турбіна Пельтона для малих ГЕС

Найбільш поширеними для малих ГЕС є турбіни з вертикальною або горизонтальною вісями обертання.

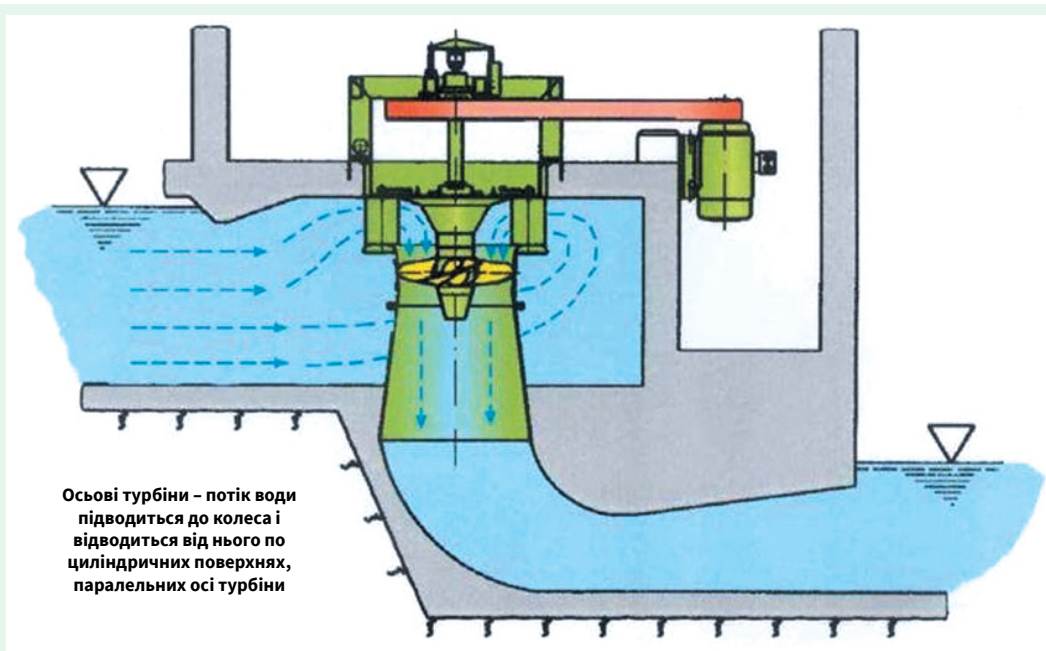


Рис. 19. Турбіни з вертикальною та горизонтальною (потужність 380 кВт) вісями обертання

У передмісті Вінниці, в селищі Сабарів, працює мала ГЕС із вертикальною віссю обертання.



Фото 17. Мала ГЕС у передмісті Вінниці (селище Сабарів). Дата побудови – 1924 р. Потужність – 1050 кВт. Обладнана 8 шлюзами. Зараз експлуатується ТОВ «Енергоінвест». Отримує «зелений» тариф за вироблену е/е.

Наприкінці ХХ століття винахідники Карел Радлік та Карел Брада опрацювали ідею використання гвинта Архімеда як гідротурбіни для малих річок. Першу таку турбіну було встановлено в м. Obere Schlägweidmühle (Німеччина). У подальшому шнекові турбіни набули поширення на річках із невеликим перепадом рівнів (від 1 до 10 м) та низькими втратами води (до 10 м куб. за секунду). Завдяки повільному руху лопатей така турбіна вважається безпечною для водної фауни.



Фото 18. Одношнекові та двошнекові малі ГЕС

Останнім часом поширення для малих ГЕС набувають так звані водоворотні конструкції. У 2003 р. австрійський винахідник Франц Зотлетер отримав патент на систему формування вихрового потоку води для виробництва електроенергії. Поруч із греблею будується бетонна криниця циліндричної форми, до якої вода наближається по дотичній і, закручуючись у центрі, виходить назовні. В центрі встановлюється турбіна, яка працює за рахунок сформованого вихрового водяного потоку. Перепад висоти для нормальної роботи має бути не менше 1,5 м. Потужність таких систем може бути від 15 кВт.

## 2.2.4 Використання природної теплової енергії надр. Геотермальні станції

Як відомо, магна нашої планети розігріта від 4000 до 6000 °С. Через це в окремих місцях на поверхню землі виринає гаряча вода або навіть пароводяна суміш. У 1827 р. французький інженер Ландереллі розробив проєкт використання теплових джерел землі. Винахідник П'єро Джинори Конті 4 липня 1904 р. провів випробування першого геотермального генератора, який зміг давати струм на чотири лампочки розжарювання. У 1914 р. в містечку Лардерелло, названому на честь Ландереллі, було побудовано першу електростанцію, яка працювала з використанням природної пари. Є інформація, що станція працює до теперішнього часу. Такі станції отримали назву ГеоЕС – геотермальні електростанції («гео» – земля). Під час роботи такої електростанції природна пара зі свердловини подається безпосередньо на турбіну, а з неї – в атмосферу або в установку, яка уловлює цінні хімічні речовини. Це найбільш простий та доступний алгоритм роботи.

Двоконтурні ГеоЕС використовують пароперетворювач. У таких станціях пара зі свердловини подається по першому контуру в пароперетворювач, де віддає тепло вторинному теплоносію, який генерує чисту пару в другому контурі. Як вторинний теплоносій може використовуватись ізобутан. Чиста вторинна пара далі прямує у конденсаційну турбіну і через неї обертає вал генератора. Двоконтурні ГеоЕС із пароперетворювачем – найбільш вигідні, коли природна пара має високу температуру і великий вміст газів. У США працює ГеоЕС з ізобутановою радіальною турбіною потужністю 9 МВт.

Від малих потужностей перших ГеоЕС переходили до великих. Однак гідрогеотермальні ресурси використовуються сьогодні лише на 1% від загального теплового запасу надр. Перше місце в світі в частці генерації геоелектроенергії утримує Ісландія. У цій країні ГеоЕС виробляють понад 30% усієї електроенергії. Ще в 1943 р. там на глибину від 440 до 2400 м було пробурено 32 свердловини, якими до поверхні надходить вода з температурою від 60 до 130 град. С.

Серед країн-лідерів геоенергетики – США, Філіппіни, Нова Зеландія, Індонезія, Кенія, Японія.



Фото 19. ГеоТЕС Несьяведлир (Nesjavellir) в Ісландії. Електрична потужність – 120 МВт



Вулкан Крафла в Ісландії. Геотермальна електростанція Kraflutóed використовує гарячу пару для виробництва електроенергії

## 2.2.5 Енергія припливів та відпливів

Унаслідок добового та річного обертання Землі на узбережжі морів та океанів двічі на день відбувається зміна рівня води. Таке явище отримало назву припливів та відпливів. У одному й тому ж місці буває по два припливи та два відпливи на добу. Розрізняють місячні та сонячні припливи та відпливи. Найбільші припливи відбуваються під час молодого та повного Місяця. Місячні припливи в 2,7 раза перебільшують сонячні. Зміна рівня поверхні водою під час таких явищ може досягати 13, а в деяких місцях – 18 метрів.

Із середини ХХ століття вчені намагаються використовувати енергію припливів та відпливів для виробництва електроенергії. Схема побудови припливної станції (ПЕС) показана на рис. 20. Для побудови такої станції потрібна затока або гирло ріки, яке перегороджується греблею. Вважається економічно доцільним будівництво ПЕС на водоймах із коливанням рівня не менше чотирьох метрів. Всередині греблі зроблено отвори, в яких встановлюють турбіни з генераторами. Вимога до турбін та генераторів – робота як у прямому, так і в реверсивному режимі. Працює станція таким чином: під час припливу в водоймі перед турбіною збільшується рівень води, який, діючи на лопаті турбіни, змушує її обертатись у прямому напрямку. Генератор в цей час виробляє струм. Рівень води за турбіною збільшується. Як тільки приплив закінчився, вода з водойми поза турбіною намагається повернутися назад. Відбувається зворотний реверсивний цикл. Як тільки рівні води зрівняються, отвори з турбінами перекриваються до настання відпливу. З початком відпливу отвори знову відкриваються, і турбіна з генератором продовжують працювати в реверсивному режимі. Активний цикл роботи ПЕС триває до трьох годин. Тому виробництво електроенергії нерівномірне протягом чверті доби.

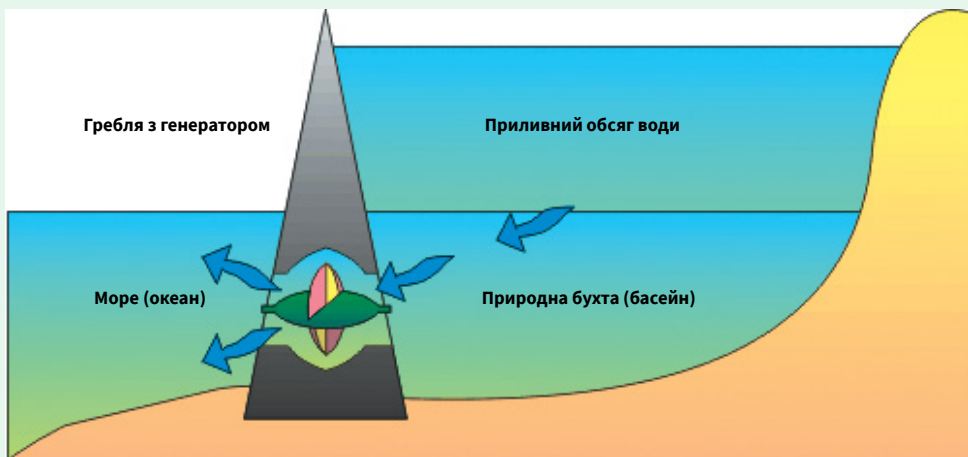


Рис. 20. Схема побудови припливної станції

Із 1968 р. на узбережжі Баренцевого моря в губі Кислая працює експериментальна ПЕС. Її потужність – 1,7 МВт, діаметр турбіни – 5 м, висота припливів – 5 м.

У гирлі річки Ранс у Франції у 1966 р. було побудовано ПЕС «Ля Ранс», 24 турбіни якої мають сумарну потужність 240 МВт. Довжина греблі – 800 м. Вибір місця будівництва був обумовлений тим, що висота припливної хвилі тут стабільно більша за 8 м, а інколи досягає і 13,5 м.



Фото 20. Припливна станція Ля Ранс у Франції.  
<https://bit.ly/3dtMeBH>

У 2011 р. в Південній Кореї на затоці Сіхва було побудовано найбільшу в світі ПЕС потужністю 254 МВт. Довжина греблі – 12,7 км, кількість турбін – 10, діаметр робочого колеса турбіни – 7,5 м, висота приливних хвиль – 8 м.



Фото 21. Сіхвінська припливна станція у Південній Кореї.  
<https://bit.ly/3sCDqj4>

Серед інших відомих станцій – станція Си Джен потужністю 1,2 МВт у Великій Британії, Аннаполіс – у Канаді (потужність – 20 МВт, висота припливу – до 18 м) та Хаммерфест потужністю 300 кВт – у Норвегії.

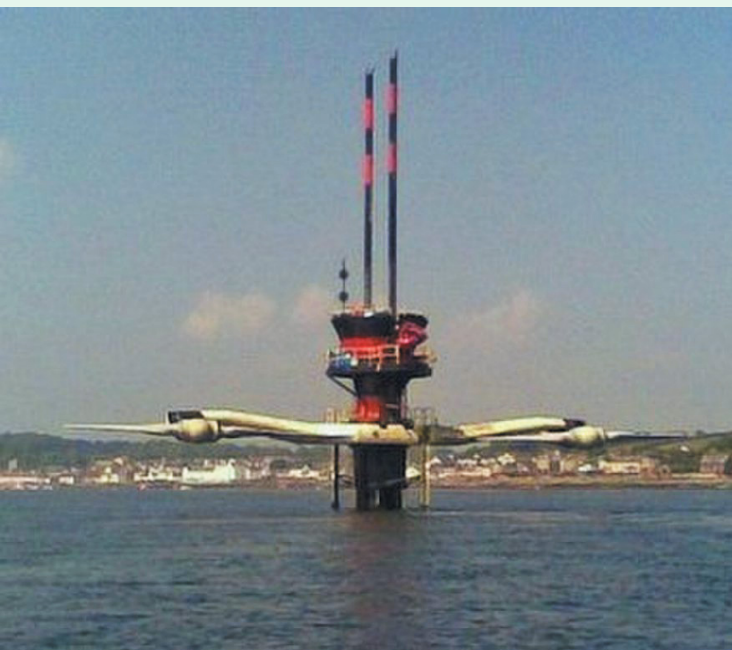


Фото 22. Припливна станція Си Джен. <https://thereaderwiki.com/en/SeaGen>

Цікава конструкція станції Си Джен, яка має дві турбіни з горизонтальною віссю обертання, що встановлені на поздовжній балці та мають можливість обертатись як при припливі, так і при відпливі. Пристрій являє собою напівзанурений плаваючий буй, пришвартований до морського дна, що дозволяє станції повертатися на 180°. Вага генератора – 300 тонн. Турбіни можуть підійматися над поверхнею моря.

## 2.2.6 Енергія морських хвиль

Поверхня Світового океану рідко буває спокійною. Вважається, що середня висота хвиль, які коливаються з періодом у 8 секунд, складає 2,5 м. Вчені не можуть залишити без уваги таке джерело відновлюваної енергії. У 1985 р. в Норвегії були введені в дію та підключені до енергосистеми дві перші в світі дослідно-промислові хвильові електростанції.

Принцип роботи таких станцій полягає в тому, що на поверхні водойми встановлюються величезні – до 20 м в діаметрі – поплавки, які рухаються догори або донизу, в такт із коливанням хвиль. За допомогою важелів поплавки з'єднані з гідроциліндрами, які витискають або всмоктують гідравлічну рідину. По трубопроводах витиснена рідина подається до гідромотора і змушує його вал обертатися. Вал гідромотора обертає вал генератора, який і виробляє електроенергію.



Перша хвильова електростанція розташована в районі Агусадора (Португалія) на відстані 5 км від берега (рис. 16). Її було офіційно відкрито 23 вересня 2008 р. Потужність становить 2,25 МВт. Принцип роботи станції полягає в тому, що частини понтона в такт хвилям рухаються одна відносно іншої подібно рухам змії. Діаметр кожного понтона – 3,5 м, довжина – 140 м.

На фото 23 зображена хвильова електростанція Wave Star від компанії Wave Star Energy з Данії. Її встановлено на відстані 300 м від північно-західного узбережжя Північного моря на глибині всього 7 м. Працюючий прототип хвильової електростанції вже видає електроенергію у загальні мережі енергопостачання з потужністю до 500 кВт. Один модуль Wave Star обладнується двадцятьма поплавками діаметром 5 м, які коливаються у такт хвилям моря. Вони виготовлені зі скловолокна й тому – довговічні. Wave Star найефективніше генерує електроенергію, якщо висота хвиль не перевищує 2-3 м, а кожна нова хвиля накочується через 5-10 секунд.



Фото. 23. Хвильова електростанція Wave Star (Данія). <https://ens.dk/en>

## 2.2.7 Енергія з органічних відходів та біомаси (біогаз)

У XVII столітті хімік Ян Гельмонт виявив, що при розкладанні будь-якої біомаси виділяються займісті гази. Такі гази отримали назву біогази. Пізніше в біогазах виявили метан, який і спалахував. Кількість метану в біогазі становить від 50 до 87%. Біогаз використовують як паливо для виробництва електроенергії, тепла або пари, також як автомобільне паливо. Серед промислово розвинених країн провідне місце у виробництві та використанні біогазу за відносними показниками належить

Данії – біогаз становить до 18% в її загальному енергобалансі. За абсолютними показниками, за кількістю середніх і великих установок провідне місце належить Німеччині, яка має 8000 установок. Сировиною для виробництва біогазу можуть бути гній, пташиний послід, зернова та мелясна спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекальні опади, відходи рибного та забійного цеху (кров, жир, кишки, канига), трава, побутові відходи, відходи молокозаводів (солоня й солodka молочна сироватка), відходи виробництва соків (жом фруктовий, ягідний, овочевий, виноградна витримка), водорості, відходи виробництва крохмалю й патоки (меzza та сироп), відходи переробки картоплі та інше. Біогаз можна виробляти й із спеціально вирощених енергетичних культур, наприклад, із силосної кукурудзи, міскантусу, енергетичної верби.

Виробляють біогаз у спеціальних установках, які отримали назву біогазові реактори.

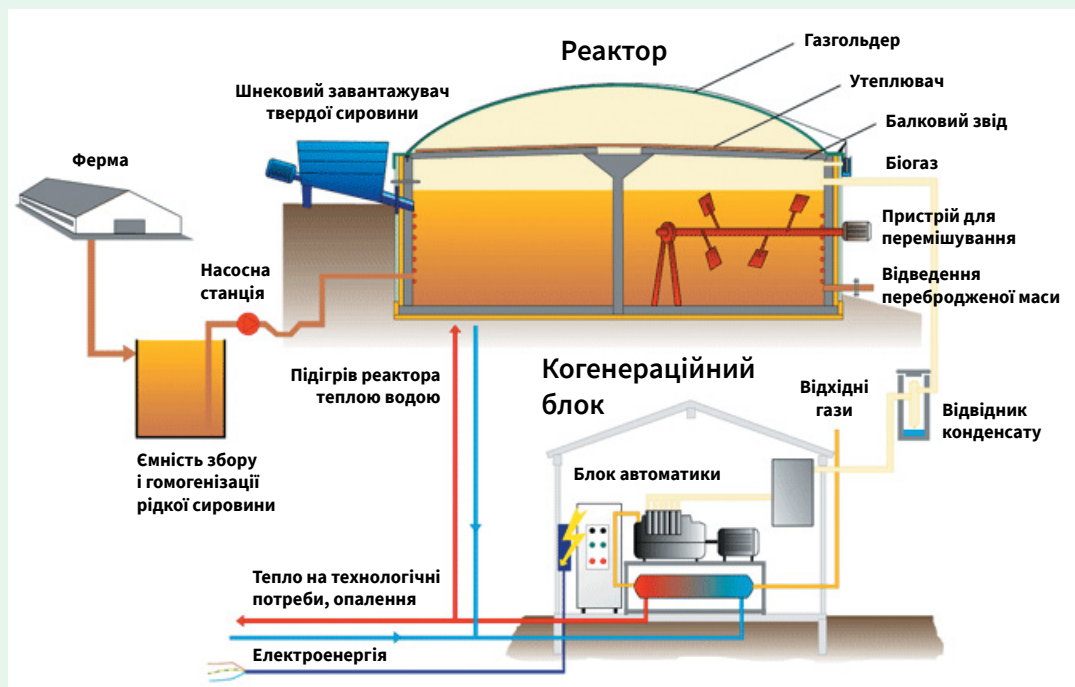


Рис. 21. Схема біогазового реактора

Перспективним є спалювання біогазу для отримання електричної енергії. При-міром, Німеччина в 2020 р. мала виробити з біогазу 6% електроенергії. Варто за-значити, що більшість виробленого біогазу все ж таки йде на виробництво тепла.

## 2.3. Розвиток ВДЕ у світі. Статистика. Динаміка

Фахівці Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики IRENA прогнозують, що до 2050 р. в сфері виробництва «чистої» енергії у світі працюватимуть 28 млн людей. Цей напрям економіки вважається таким, що розвивається найбільшими темпами. Менше ніж за 30 років у країнах ЄС планують повністю відмовитися від викопного палива (до 2050 р.). Але найбільшою мірою альтернативна енергетика розвивається в Азії.

Згідно з «Щорічним світовим звітом світової енергетики 2020» від консалтингової компанії Enerdata, частка ВДЕ у світі в 2019 році склала 27%.



Рис. 22. Частка ВДЕ у загальному обсязі генерації електроенергії у світі.

<https://bit.ly/2Pt4gM9>

Унікальною країною у цьому аспекті є Норвегія. Там 98% електроенергії виробляється з ВДЕ. Завдяки природним водоспадам, озерам-водосховищам і рікам із великою швидкістю течії норвежцям не потрібно будувати дорогі гідро-технічні споруди. Гідроресурси в країні розташовані рівномірно. В країні широко розповсюджені каскадні малі ГЕС. Працює також близько 200 ВЕУ, є електростанції, які працюють на біомасі, смітті, геотермальному теплі. До 2007 року проводилися дослідження на ПЕС Хаммерфест щодо використання припливних хвиль.

Далі за часткою ВДЕ країни розташовані в такій послідовності: Бразилія – 82,3%, Нова Зеландія – 81,9%, Венесуела – 73,7%, Колумбія – 72,6%, Канада – 64,9%. Що стосується провідних країн світу, маємо таку ситуацію: Німеччина – 41%, Туреччина – 30,7%, США – 18%, Китай – 16,2%, Індія – 14,5%, Франція – 12,1%, Японія – 11,0%. Дуже показовим є приклад Німеччини, в якій за останні 15 років частка ВДЕ збільшилася у чотири рази (Рис. 23).

Встановлена потужність у МВт об'єктів ВДЕ у світі та майже у всіх регіонах за останні 10 років зростає вдвічі: від 1, 223 ТВт у 2010 році до 2,532 ТВт (табл. 1), а в Азії вона зростає втричі.

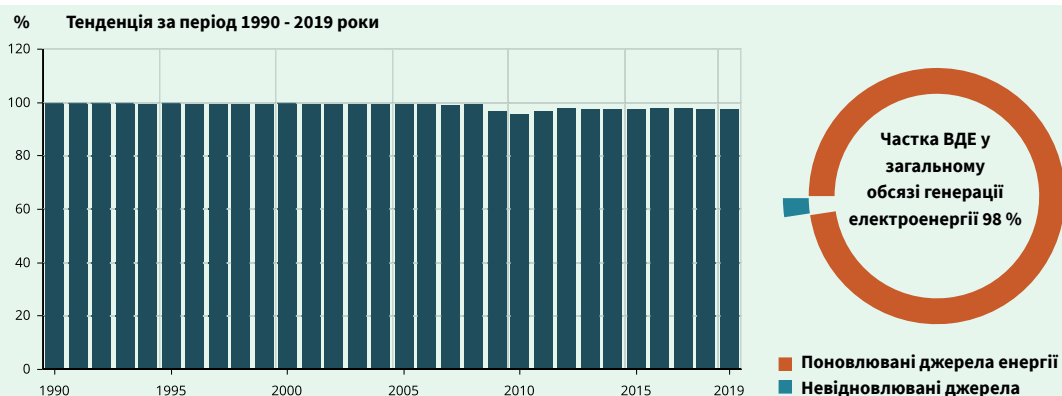


Рис. 23. Частка ВДЕ в електрогенерації Норвегії. <https://yearbook.enerdata.net/total-energy>

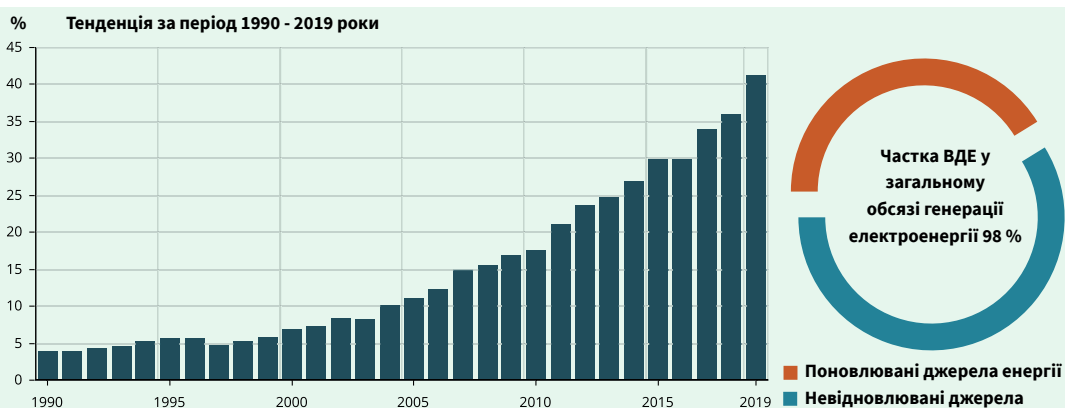


Рис. 23. Динаміка зростання частки ВДЕ в електрогенерації Німеччини. <https://yearbook.enerdata.net/total-energy>

Роки	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Світ	1 223 533	1 328 870	1 441 737	1 563 346	1 692 941	1 847 079	2 009 632	2 179 492	2 356 065	2 532 866
Африка	27 330	27 776	28 748	30 945	32 965	35 287	37 950	42 729	46 466	48 446
Азія	387 287	433 478	478 486	551 810	628 524	716 985	808 944	915 183	1 023 860	1 119 265
Європа	322 106	360 876	395 220	419 969	440 785	465 037	488 496	513 025	537 428	573 612
Північна Америка	232 124	242 939	262 768	271 985	285 786	307 701	331 179	348 558	368 956	391 241
Південна Америка	146 538	150 982	154 951	160 133	169 268	178 783	193 325	202 301	212 666	220 986
Америка та Кариби	7 788	8 581	9 454	9 820	10 458	11 780	13 402	14 168	15 025	15 691
Євразія	69 699	71 493	76 692	80 878	84 326	88 140	91 219	96 160	100 302	103 337
Середній Схід	12 133	12 556	13 218	14 092	15 595	16 929	17 773	18 803	20 373	23 137
Океанія	18 529	20 188	22 199	23 715	25 235	26 436	27 345	28 566	30 989	37 149

Табл. 1. Встановлена потужність у МВт об'єктів ВДЕ у світі та по регіонах (за даними <https://www.irena.org/Statistics>)

У табл. 2 наведено дані стосовно того, скільки електроенергії виробили щорічно об'єкти ВДЕ за період із 2010 по 2018 рік. За цей час найбільший приріст показали країни Африки – майже у сім разів. Пояснюється це тим, що на континенті ефективно працюють сонячні станції. У два з половиною рази збільшилось виробництво в Європі, в основному, за рахунок вітрогенерації. Зазначимо, що в період 2015-2016 приріст генерації в Європі майже не збільшувався. Найменший приріст відбувався у Південній Америці.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Світ	4 202 026	4 406 015	4 757 602	5 039 353	5 328 080	5 526 983	5 898 277	6 209 836	6 586 124
Африка	2 027	2 421	2 831	3 522	5 521	7 696	10 355	11 714	14 117
Азія	1 272 708	1 320 815	1 564 260	1 687 988	1 914 705	2 043 364	2 227 197	2 424 481	2 643 589
Європа	151 110	182 769	209 250	240 516	258 133	307 629	307 657	367 179	383 587
Північна Америка	857 471	971 050	958 087	1 002 811	1 033 620	1 040 559	1 119 942	1 202 235	1 226 317
Південна Америка	711 340	758 335	749 796	735 286	736 330	732 966	780 189	783 711	794 164
Америка та Кариби	29 911	29 911	30 076	33 589	34 673	37 505	39 915	45 290	47 658
Євразія	239 604	239 048	243 816	264 150	241 489	265 957	290 490	287 820	305 588
Середній Схід	18 294	21 194	22 268	24 532	21 233	20 899	26 683	26 340	26 605
Океанія	56 835	62 584	60 724	67 483	72 988	71 362	76 506	78 830	84 082

Табл. 2. Генерація електричної енергії ГВт/год. у світі та по регіонах.

<https://www.irena.org/Statistics>

Якщо оцінювати приріст виробництва електроенергії за типами генерації, то найбільш динамічно зростали вітро- та сонячна генерації. Рис. 24.

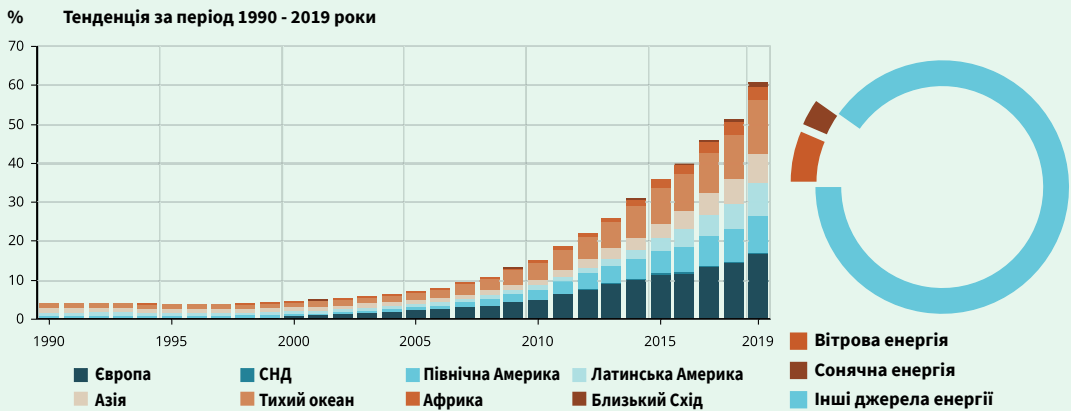


Рис. 24. Динаміка росту частки вітрових (6%) та сонячних (3%) станцій у світовому виробництві електричної енергії.

<https://bit.ly/3cl0urk>

У світі активно впроваджувались вітрові станції одиничної потужності. Цьому сприяло те, що було відпрацьовано технологію виготовлення лопаті вітрогенератора вище 100 м. Але доставки таких лопатей до місця встановлення викликають серйозні логістичні проблеми. На фото 24 показано доставку такої лопаті до місця установки.



Фото 24. Доставка лопаті вітрогенератора до місця складання

Найбільш динамічно виробництво енергії з вітру та сонця відбувалось у США та Китаї. На рис. 25. наведено динаміку зростання виробництва енергії з вітру (8%) та Сонця (3%) у Сполучених Штатах. За двадцять років їх частка зросла від 0,52% до 11% у 2019 р..

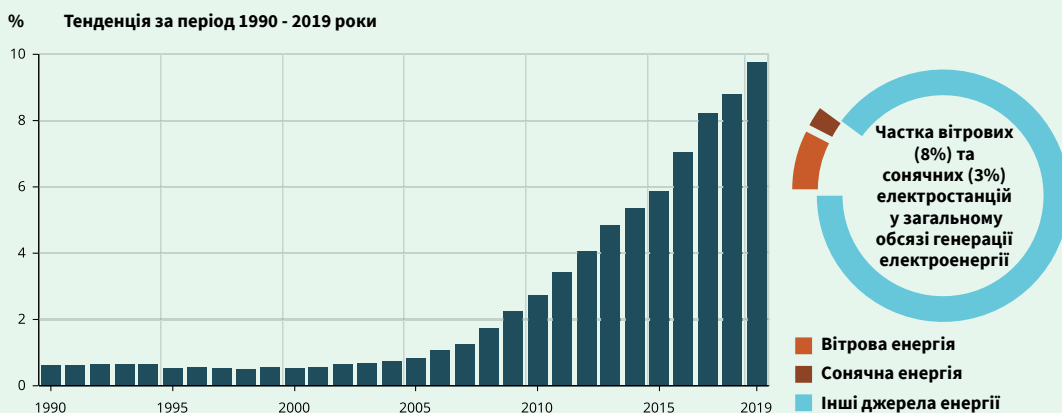


Рис. 25. Динаміка зростання вітро- та сонячної генерації у США

Дуже динамічно розвиваються такі типи генерації у Китаї (рис. 26). Якщо порівнювати зі США, то у 2000 році в Китаї генерувалось усього 0,06%.

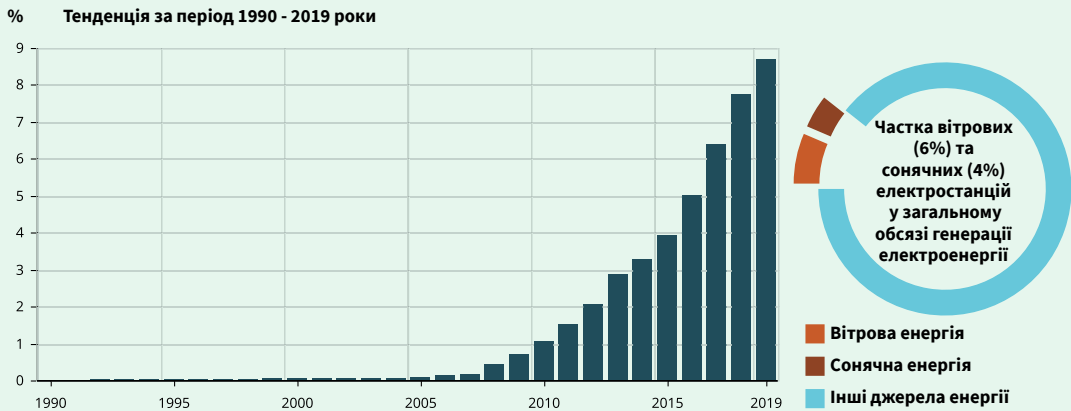


Рис. 26. Динаміка зростання вітро- та сонячної генерації у Китаї.  
<https://yearbook.enerdata.net/renewables>

На кінець 2019 року в Китаї вітрові станції мали встановлену потужність 237 ГВт, що становить близько 36% від вітряних потужностей усього світу.

## Інвестиції, фінансування і вартість електроенергії з ВДЕ

Уряди та компанії в усьому світі взяли на себе зобов'язання до 2030 року додати близько 826 ГВт нової відновлюваної енергетики. Підраховано, що для досягнення цієї мети потрібні інвестиції близько 1 трлн дол. США. Нещодавно Європейський Союз та Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) погодили нову Програму з фінансовими гарантіями у 50 млрд євро. Мета програми – залучати більше інвестицій, особливо з боку бізнесу та приватних інвесторів у країни-сусіди ЄС та африканські країни. Вона спрямована на збільшення обсягів інвестицій у ВДЕ в країнах південного регіону сусідства, зокрема в Йорданії, Лівані, Тунісі. Станом на сьогодні ЄС уже виділив зовнішніх інвестицій 4,5 млрд євро бюджетних коштів для того, щоб найближчим часом залучити 44 млрд євро державних та приватних інвестицій у країни-сусіди ЄС та африканські країни.

У спільному дослідженні інституту Bloomberg New Energy Finance (BNEF) та школи Франкфурта Frankfurt School-UNEP зазначається, що сучасні інвестиції у ВДЕ є більш економічними та рентабельними, ніж будь-коли раніше (<https://bit.ly/2PHVTw6>).

Це дає можливість визначити пріоритет чистої енергії у пакетах економічного відновлення низки країн після пандемії коронавірусу.

Спорудження будь-якої системи ВДЕ пов'язане з первинними інвестиціями, для яких існують різні форми фінансування. Джерелами фінансування проєктів по ВДЕ можуть бути:

- власний капітал;
- позиковий капітал;
- державні субсидії;
- змішане фінансування.

Як правило, на перший план виходить фінансування якогось конкретного проєкту (наприклад, спорудження та експлуатація вітропарку). Щоб реалізувати будь-який ВДЕ-проєкт, партнери часто об'єднуються. Вибір варіанту змішаного фінансування залежить від таких факторів: типу установки, її розмірів, а також від умов стимулювання в країні інвестування. У 2019 р. на відновлювані джерела енергії було витрачено більше коштів ніж на викопне паливо та ядерні технології. На рис. 27 показано графік інвестицій у млрд дол. США у чисту енергетику протягом 2005-2018 рр.. Видно, що, починаючи, з 2014 р., сума світових інвестицій у ВДЕ перевищує 300 млрд дол. і за п'ять років досягла 1,705 трл дол.



Рис. 27. Глобальні нові інвестиції у ВДЕ в 2005-2018 рр.  
Джерело: Bloomberg New Energy Finance, Clean Energy Investment Trends, 2018

Лідерами з інвестицій є Китай – 45% світового показника; Європа – 15%; США – 14%; Азія та Океанія (без Китаю та Індії) – 11%; Індія – 4%; Бразилія – 2%. Як і раніше, пріоритетами для інвесторів були сонячні фотоелектричні PV та вітряні електростанції, що становлять 57% і 38% відповідно. Сонячна енергія – єдина з технологій, обсяг інвестицій у яку зростає. Розмір капіталовкладень у ВДЕ змінювався у залежності від регіону, збільшувався у Латинській Америці (включаючи Бразилію), на Близькому Сході та в Африці, але знижувався у Європі, Сполучених Штатах, Азії та Океанії (без урахування Китаю), Японії та Індії.

Уряд Індії має бажання створити Всесвітній банк сонячної енергії для фінансування «зелених» проєктів. Банк допоможе країнам-членам Міжнародного сонячного альянсу отримати доступне фінансування для проєктів сонячної енергетики. Всесвітній банк сонячної енергії стане третьою великою глобальною ініціативою Індії щодо сонячної енергії. Передбачається, що банку буде потрібно \$10 млрд власного капіталу і \$2 млрд сплаченого капіталу. Після отримання перших \$6 млрд із цього фінансування банк зможе почати свою діяльність.



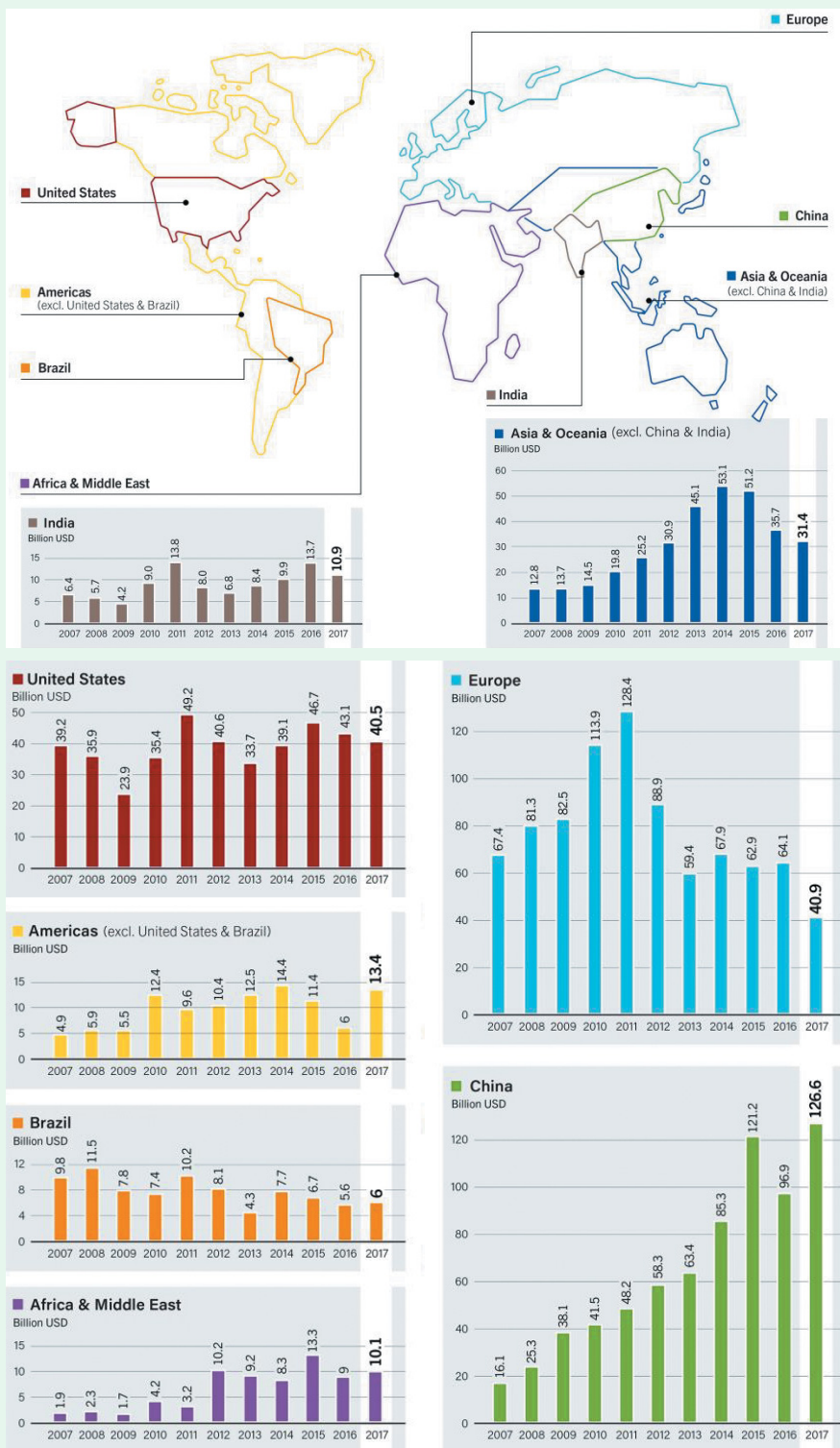


Рис. 28. Глобальні нові інвестиції у відновлювану енергію та паливо по країнах або регіонах, 2007-2017 рр. Джерело: REN21, Renewables 2018, Global Status Report, 2018

У Європі інвестиції збільшили такі країни, як Швеція (зростання на 127% – до 3,7 млрд дол.), Нідерланди (зростання на 52% – до 1,8 млрд дол.) і Греція (зростання на 287% – до 0,8 млрд дол.). У той же час у Великобританії скоротили обсяги інвестицій на 65% – до 7,6 млрд дол. Показовим є перехід відомої «нафтової» компанії Брітіш Петроліум (BP) від інвестицій у викопне паливо до інвестицій у ВДЕ. Компанія представила нову стратегію розвитку до 2030 року, яка передбачає зниження видобутку нафти та газу на 40% та припинення інвестицій у нову розвідку вуглеводнів; при цьому інвестиції у «зелену» енергетику компанія планує збільшити до \$ 5 млрд на рік.

За типом інвестиції у ВДЕ розподіляються так:

- інвестицій у глобальні дослідження та розробки (НДДКР) – приблизно 10 млрд дол. США (2017 р.);
- фінансування активів комунальних проєктів;
- венчурний капітал і приватні інвестиції (2017 р.) – до 1,8 млрд дол. США;
- інвестиції у розподілену потужність;
- інвестиції на біржових майданчиках;
- активність із придбання акцій та інших активів.

Треба відзначити, що в Європі широкого поширення набули енергетичні кооперативи. Це об'єднання громадян, підприємств та організацій, метою яких є реалізація різноманітних локальних проєктів у сфері відновлюваної енергетики. У Великобританії функціонує близько 5 тис. кооперативів, задіяних переважно в сонячній та вітрогенерації. У Німеччині енергетичні кооперативи вже сьогодні стали конкурентами енергетичних холдингів, генеруючи до 30% електроенергії з ВДЕ. Міжнародна організація Climate Bonds Initiative розробляє для ринку ВДЕ стандарти програми «Зелені облігації», або Greenbonds. Це система боргових інструментів для залучення коштів на проєкти розвитку відновлюваної енергетики.

## Витрати на виробництво електроенергії з ВДЕ

Завдяки вдосконаленню технологій, за останні десять років витрати на виробництво електроенергії з відновлюваних джерел різко впали. Пояснюється це набуттям нового досвіду розробниками, масштабності впровадження, постійно зростаючої конкурентоспроможності постачальників тощо. Згідно з даними про вартість 17,000 проєктів у 2019 році, зібраних агентством IRENA, витрати на побудову сонячних фотоелектричних PV-установок скоротилися на 82% у порівнянні з 2010 роком. Далі йдуть системи CSP концентрованої сонячної енергії – 47%, наземні вітрові електростанції – 39% і морські вітрові електрогенератори – 29%.

У 56% всіх нових збудованих в експлуатацію потужностей із виробництва електроенергії на ВДЕ в промислових масштабах витрати виробництва в 2019 році були нижчими, ніж у енергопідприємств, які працюють на найдешевшому викопному паливі.

Із другої половини 2018 року ціни на сонячні панелі почали суттєво зменшуватися. Статистика свідчить, що останні роки ціни на сонячні панелі змінилися із \$

0,69 / Вт до \$ 0,44 Вт, тобто на 36% менше, ніж за три роки. Причому, \$ 0,44 / Вт – це середня ціна. Найдешевші моделі можна знайти навіть за меншу ціну – \$ 0,3 / Вт. Технології також не стоять на місці, вчені постійно працюють над збільшенням ККД сонячних модулів, що знижує їх вартість. ККД сучасних панелей наближається до 23-24%. Переваги полікристалічних панелей більше не вражають, бо зараз у тренді – монокристал. Зокрема після початку масового виробництва сонячних елементів, виготовлених за технологією PERC, ціни на них продовжують падати. Потужність одиночного модуля постійно збільшується. Нещодавно компанія JA Solar та 38 інших світових компаній, таких, як Huawei, SMA, Sungrow, TUV, DNV GL тощо, розпочали співпрацю над розробкою технічно та економічно доцільного фотомодуля на 600+ Вт - для зниження вартості електроенергії. А китайський виробник Trina Solar уже зараз випускає два нових фотоелектричних модулі серії Vertex потужністю до 600 Вт.

## Тарифи

На початок 2020 р. в США середня вартість електроенергії для станцій потужністю 0.5-50 кВт/год. становить \$ 0,02 за кВт, у Німеччині – від € 0,12 за кВт/год. до 0,08, Великобританії – від € 0,12 до 0,06, у Бельгії – від € 0,52 за кВт/год. до 0,13, Франції – від € 0,25 за кВт/год. до 0,06, Італії – від € 0,18 за кВт/год. до 0,10, Угорщині – від € 0,11 за кВт/год. до 0,04, Португалії – від € 0,14 за кВт/год. до 0,06, Іспанії – від € 0,28 за кВт/год. до 0,12, Швейцарії – від € 0,22 за кВт/год. до 0,16.

Термін дії встановлюється від 30 років в Іспанії до щорічного перегляду в Угорщині. (<https://generacia.energy/interesnoe-uk/ua-zt-mir-03012020/>). Таким чином, найбільший тариф 0,52 євроцента за кВт/год. існує в Бельгії, регіон Валлонія, і діє лише один рік. У подальшому він зменшується. Найменший тариф – в Угорщині: 0,04 євроцента – за кВт/год. для фізичних осіб на станції, потужністю до 50 кВт/год.; він регулюється щорічно.

## Вплив на навколишнє середовище

Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії від відновлюваних джерел енергії, ВДЕ все ж має певний вплив на навколишнє.

**Малі ГЕС.** Цей вид ВДЕ має дещо менший вплив на навколишнє середовище в порівнянні з великими ГЕС, однак все ж має. Необхідність гідроспоруди (дамби) та водосховища призводить до незначного підтоплення територій, а це спричиняє ерозію берегової смуги. Обмежується міграція риби тощо.

**ФЕС.** Сучасні фотоелементи мають обмежений термін використання (30–50 років), і їх масове застосування поставить у найближчий час складне питання утилізації, який теж не має поки прийнятної з екологічної точки зору рішення. Через 30 років експлуатації ефективність фотоелектричних елементів починає знижуватися. Незначна частина відпрацьованих фотоелементів - спеціального призначення і містить кадмій, який неприпустимо викидати на смітник. Постає потреба утилізації.

**Використані сонячні модулі** традиційно відносяться регуляторами до категорії електронного сміття (e-waste). Річний світовий обсяг електронного сміття у 2015 році склав 43,8 мільйона метричних тонн. Фотоелектричні панелі – це лише частка світового обсягу електронних відходів. Так, сонячна енергетика – молода галузь, яка поки не встигла сильно насмітити. У той же час, за один тільки 2017 рік у світі було введено в експлуатацію близько 100 ГВт сонячних електростанцій.

У 2016 році було опубліковано спільну роботу IRENA (Міжнародного агентства відновлюваної енергетики) і MEA (Міжнародного енергетичного агентства) «End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels», у якій детально описуються технології та стратегії утилізації фотоелектричних модулів.

У роботі показано, що до 2030 року в світі утвориться 1,7-8 млн тонн відходів фотовольтаїки (regular loss (регулярні втрати)– використання модулів протягом 30-річного терміну служби, early loss (передчасні втрати) – раннє закінчення строку служби за різних причин, наприклад, заміна морально застарілого обладнання на більш сучасне). Така кількість «сонячного сміття» відповідає 3-16 % сьогоденного річного обсягу електронних відходів. До 2050 року обсяги сонячних панелей, які відслужили свій термін, значно виростуть – до 60-78 млн тонн.

IRENA вважає, що річний обсяг відходів відпрацьованих сонячних панелей у 2050 році (5 млн тонн) складатиме приблизно 10% всього електронного сміття, утвореного на Землі в 2014 році. Тобто прогнозований обсяг «сонячних відходів» значний, проте це буде складати лиш незначний відсоток усіх електронних відходів (e-waste).

**ВЕС.** Вітроустановки виробляють електричну енергію практично без забруднення довкілля, але при цьому їх негативний вплив пов'язаний із відведенням під будівництво значних площ і зміною ландшафту, загрозою загибелі птахів, металемністю вітроустановок (забруднення при виробництві металу).

Основним недоліком вітроенергетичних станцій є використання під будівництво ВЕС значних земельних площ. Під потужні промислові ВЕС необхідна площа з розрахунку від 5 до 15 км<sup>2</sup>/МВт у залежності від рози вітрів і місцевого рельєфу. Максимальна потужність, яка може бути отримана з 1 км<sup>2</sup> площі, залежить від району будівництва ВЕС, типу станції та технологічних особливостей конструкції; середнє значення отриманої потужності складає приблизно 10 МВт. Для ВЕС потужністю 1000 МВт потрібна площа в 70–200 км<sup>2</sup>. Самі ВЕС займають тільки 1% всієї території, а решту 99% – можна використати для сільського господарства або іншої діяльності, що й відбувається у таких густонаселених країнах, як Данія, Нідерланди, Німеччина.

Один із недоліків ВЕС – неприємні звуки, що утворюються при обертанні лопатей ротора. Люди бідкалися, що нерідко при наближенні до електростанції вони починали відчувати дискомфорт, а іноді – навіть напади невмотивованого страху. Тварини та птахи мали за краще одразу залишати зони, забудовані ВЕС, а перелітні птахи відхилялися від звичного маршруту та робили гаки в декілька кілометрів, щоб їх облетіти.

Особливу екологічну проблему становлять шумові впливи вітроагрегатів потужністю 250 кВт і більше. Проблема генерації ультразвуку вирішується вибором

профілю лопаті та швидкості обертання вітроколеса, а точніше – кінців лопатей вітроколеса.

Результати випробувань у Данії, а також аналіз інформації щодо експлуатації приблизно 50 типів ВЕУ, які є в європейському каталозі вітрових турбін, показали, що більшість сучасних вітроустановок у безпосередній близькості від місця їх встановлення генерують при швидкості вітру 10 м/с шум близько 95–103 дБ, що відповідає рівню шуму на звичайному промисловому підприємстві. Однак уже на відстані 100 м від ВЕУ рівень шуму зменшується до 50 дБ, а на відстані 300 м складає менше 40 дБ; на більшій віддалі робота вітроустановки ледь прослуховується на фоні шуму навколишнього середовища. Виходячи з цього, в Німеччині, Нідерландах, Данії та інших країнах ухвалені закони, які встановлюють мінімальну відстань від ВЕУ до житла – не менше 300 м. В Україні припустима відстань від вітроагрегату до житла повинна бути не менше 150 м, від вітроелектростанції до житла – 250 м. Негативного впливу ВЕС можна уникнути за умови розташування вітроустановок у морі.

Результати оцінки впливу ВЕУ на загибель птахів, наведені в Нідерландах, показують, що смертність птахів від ВЕС потужністю 1000 МВт у 300 разів нижча, ніж від руху автомобілів і в 50 разів нижча, ніж від ліній електропередач. Цьому сприяє також перехід до більш потужних вітроагрегатів і зменшення частоти їх обертання. Якщо частота обертання ротора агрегату при потужності до 100 кВт досягає 300–450 об./хв., то для ВЕУ потужністю 1–2 МВт – від 10 до 30 об./хв., а при потужностях 3–4,5 МВт – 8–14 об./хв.

## 2.4. Енергетичне законодавство ЄС. Третій та четвертий енергопакети

### Третій енергетичний пакет

Третій енергетичний пакет (набув чинності у вересні 2009 року) – низка законодавчих актів, з прийняттям яких завершилося формування спільного енергетичного ринку ЄС. Мета третього енергопакета – створити єдиний ринок газу та електроенергії в ЄС, умови для конкуренції. Ці заходи роблять ринок ефективним, допомагають утримати низький рівень цін, підвищити стандарти обслуговування та забезпечити безпеку постачання.

#### Основні цілі

**Анбандлінг** (відокремлення) монопольних та конкурентних видів діяльності (Директива 2009/72/ЄС та Директива 2009/73/ЄС). Відокремлення конкурентних видів діяльності (таких як видобуток енергоносіїв, виробництво електроенергії або торгівля ними) від монопольних (транспортування та розподілення електроенергії та газу мережами). Якщо одна компанія управляє магістральною або розподільчою мережею і водночас генерує та продає енергоресурс, у неї є стимул для

того, щоб перешкоджати доступу конкурентів до цієї інфраструктури. Це шкодить чесній конкуренції на ринку і може спричинити підвищення цін для споживачів.

**Незалежні регулятори** (Директива 2009/72/ЄС та Директива 2009/73/ЄС). Конкурентний внутрішній енергетичний ринок не може існувати без незалежних регуляторів, які забезпечують імплементацію та виконання обов'язкових правил. Відповідно до Третього енергопакета, вимоги до національних регуляторів зазнали деяких змін. Зокрема: регулятор є незалежним як від інтересів галузі, так і від уряду – регулятор уповноважений видавати обов'язкові до виконання рішення і накладати штрафні санкції у разі їх порушення – регулятори з різних країн ЄС повинні співпрацювати один з одним для сприяння конкуренції, відкриттю ринків, забезпечення ефективного і безпечного функціонування енергетичної інфраструктури.

**Агентство з питань співробітництва енергетичних регуляторів.** Для того, щоб допомогти різним національним регуляторам співпрацювати та забезпечити безперебійне функціонування внутрішнього енергетичного ринку, ЄС створив Агентство зі співробітництва енергетичних регуляторів (ACER), що є свого роду координаційним центром.

**Транскордонне співробітництво.** Національні оператори магістральних мереж відповідають за безпеку постачань електроенергії та газу. Завдяки транскордонному характеру енергетичного ринку Європи вони повинні працювати разом для забезпечення оптимального управління мережами ЄС. Це здійснюється через Європейську мережу операторів систем передачі електроенергії (ENTSO-E) та Європейську мережу операторів систем передачі газу (ENTSO-G). Ці оператори розробляють стандарти, щоб допомогти гармонізувати потік електроенергії та газу через системи передачі у різних країнах, розбудовувати мережу тощо.

**Відкриті та чесні роздрібні ринки** (Директива 2009/72/ЄС та Директива 2009/73/ЄС). Третій енергопакет включає правила, спрямовані на посилення та захист прав європейських споживачів енергії. Зокрема право вільно вибирати або змінювати постачальників енергоресурсів без додаткових витрат, отримувати інформацію про споживання енергії, відстоювати свої права в судах тощо.

**Переваги впровадження третього енергетичного пакета:**

- забезпечення відкритого та недискримінаційного доступу до мереж, якими транспортуються та розподіляються енергоресурси;
- усунення бар'єрів між ринками різних країн;
- споживачі отримали більше прав і можливостей при виборі постачальника енергоресурсів;
- збільшення перетоків електроенергії між країнами допомогло звести до мінімуму відключення електроенергії і дозволило операторам досягти безпеки постачання на рівні 99,9%;
- зниження ціни для побутових споживачів шляхом запровадження сучасних приладів обліку та систем управління енергоспоживанням.

## Четвертий енергетичний пакет

---

Четвертий енергопакет «Чиста енергія для всіх європейців» набув чинності у 2019 році. Формування даного пакета законодавчих ініціатив є одним з етапів виконання Стратегії створення Енергетичного союзу.

Мета пакета «Чиста енергія для всіх європейців» – полегшити перехід від викопного палива до більш екологічно чистої енергії та виконати зобов'язання Паризької угоди ЄС щодо скорочення викидів парникових газів. Зміни, запропоновані в законодавчих актах, принесуть суттєві вигоди національним економікам, сприятимуть досягненню вуглецевої нейтральності та посилять позиції споживачів.

### Основні цілі

**Відновлювана енергія.** Обов'язкова мета – досягнути частки у розмірі 32% для ВДЕ в енергетичному міксі ЄС до 2030 року (Директива про відновлювані джерела енергії оновлена (ЄС) 2018/2001).

**Енергоефективність.** Обов'язкові цілі – посилити енергоефективність щонайменше на 32,5% до 2030 року (Директива про енергоефективність будівель (ЄС) 2018/844; Директива про енергоефективність оновлена (ЄС) 2018/2002).

**Клімат.** Досягнення статусу кліматично нейтральної Європи до 2050 року, тобто такої, що не впливає на зміну клімату (Регламент щодо управління Енергетичного союзу та кліматичних заходів (ЄС) 2018/1999).

**Дизайн ринку електроенергії.** Енергопакетом передбачається створення сучасного ринку електроенергії ЄС, адаптованого до нових реалій: простіші умови інтеграції відновлюваних джерел енергії, більша незалежність побутового споживача, ширше застосування ІТ-технологій (Директива про загальні правила внутрішнього ринку електроенергії (ЄС) 2019/944; Регламент про внутрішній ринок електроенергії (ЄС) 2019/943; Регламент щодо готовності до ризиків у секторі електроенергетики (ЄС) 2019/941; Регламент про створення Агентства Європейського Союзу з питань співробітництва між енергетичними регуляторами (ЄС) 2019/942).

**Координація дій щодо досягнення цілей Енергетичного союзу.** Кожна держава-член ЄС складає національний план по досягненню кліматичних та енергетичних цілей, що відповідає цілям Енергетичного союзу (Регламент щодо управління Енергетичного союзу та кліматичних заходів (ЄС) 2018/1999).

# 3. ЕНЕРГЕТИЧНА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ, ВКЛЮЧАЮЧИ АЛЬТЕРНАТИВНУ ЕНЕРГЕТИКУ

## 3.1. Особливості електроенергетичної системи України

Важко уявити життя сучасної людини без електричної енергії. Таку роль ця енергія здобула завдяки відносній простоті її передавання до споживача та подальшого перетворення на інші види енергії.

На сьогодні електрична енергія – це товар, хоча й зі своїми специфічними властивостями, які відрізняють її від традиційного уявлення про товар. Отже, є підприємства, які виробляють електричну енергію – електричні станції. Є електричні мережі, якими передається електрична енергія до місць її перетворення на інші види енергії (теплова, механічна, тощо) – тобто споживання. Об'єднання електричних станцій і мереж утворює електроенергетичну систему країни. Необхідність такого об'єднання і його функціонування як єдиного механізму зумовлене такою особливістю електричної енергії, як неможливість (на даному етапі розвитку людства) ефективного та дешевого її акумулювання. Це, по суті, є тим наріжним каменем, який зумовлює значні проблеми під час функціонування електроенергетичної системи будь-якої країни.

Як у будь-якого товару, в електричній енергії можна оцінити її якість, тобто відповідність низки показників нормативним значенням. Нормативні показники якості електричної енергії визначені стандартами (ГОСТ 13109-97, ДСТУ EN 50160:2014, EN 61000-4-30:2009, EC/TR 61000-2-8:2002, тощо). Не треба забувати й про те, що на якість електричної енергії впливає не лише виробник, але й споживач. Тому в електроенергетичній галузі так гостро стоять проблеми оперативного (йдеться про хвилини) керування її функціонуванням.

### Об'єднана енергетична система України (ОЕС України)

Об'єднана енергетична система України (ОЕС України) – це сукупність атомних, теплових, гідравлічних і гідроакumuлюючих електростанцій, теплоелектроцентралей, а також електростанцій із відновлюваних джерел енергії (вітряні, сонячні та інші), магістральних електричних мереж НЕК “Укренерго” та розподільчих електромереж (обленерго), які об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії. До складу ОЕС України входить вісім електроенергетичних систем: Дніпровська, Донбаська, Західна, Кримська, Півден-



на, Південно-Західна, Північна та Центральна, пов'язані між собою системоутворюючими та міждержавними високовольтними лініями електропередач (ЛЕП).

Об'єкти електроенергетичної системи розташовані по всій території України. Оскільки всі вони об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної енергії, то, очевидно, без централізованого керування не обійтись. Таке централізоване диспетчерське керування здійснює НЕК «Укренерго».

Для передавання електричної енергії від джерел до споживачів використовуються лінії електропередачі (ЛЕП) різних класів напруги. Споживання електричної енергії відбувається на напрузі 0,38 кВ, 10(6) кВ.

ОЕС України є електричні мережі напругою 0,4 кВ, 10(6) кВ, 20 кВ, 35 кВ, 110(150) кВ, 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ і 750 кВ, відповідно, протяжність їх – від кількох кілометрів до кількох сотень кілометрів. Зміна рівня напруги забезпечується силовими трансформаторами (Т) і автотрансформаторами (АТ).

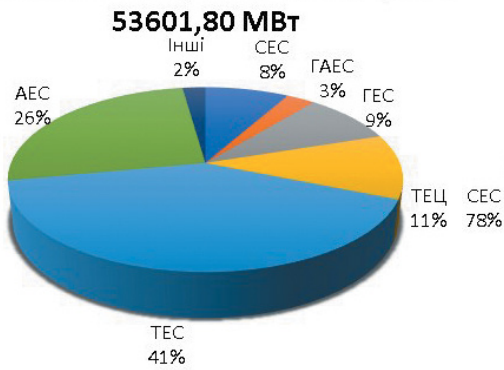
Через відсутність ефективних способів акумулювання електричної енергії електростанції повинні забезпечувати баланс між виробництвом та споживанням потужності. Тобто генерувати таку потужність, яка в цю ж мить споживається.

Недотримання балансу потужності призводить до зниження якості електричної енергії. Розрізняють повну потужність  $S$ , активну  $P$  та реактивну  $Q$ . Вираз, який об'єднує їх:  $S = P + jQ$ . Активна потужність  $P$  забезпечує виконання позитивної роботи. Саме ця потужність є метою функціонування електроенергетичної системи. Недотримання балансу по активній потужності призводить до понаднормового відхилення частоти в системі. Частота струму і напруги в системі України – 50 Гц. Цей параметр електричної енергії контролюється на кожному рівні: починаючи від районних електричних мереж – до НЕК «Укренерго».

Електроенергетична система включає атомні електричні станції (АЕС), теплові електростанції (ТЕС), гідроелектростанції (ГЕС), гідроакумулюючі електростанції (ГАЕС), теплоелектроцентралі (ТЕЦ), сонячні електростанції (СЕС), вітрові електростанції (ВЕС), станції на біопаливі. Потенційна можливість електричної станції генерувати певну потужність характеризується її встановленою потужністю. Однак зазвичай електрична станція генерує дещо меншу потужність, тримаючи частину обладнання у резерві на випадок аварій у системі. До речі, об'єднання всіх електричних станцій в одну систему на паралельну роботу дозволяє значно зменшити об'єм резерву на конкретній станції. Встановлені потужності за типами станцій показані на рисунку 29 та 30 станом на квітень 2020 року.

Завдяки державному стимулюванню у вигляді «зеленого» тарифу достатньо інтенсивно почали розвиватися відновлювані джерела енергії протягом 2018–2019 рр. Динаміка розбудови показана на рис. 31.

### Встановлена потужність ОЕС України



### Потужність обладнання ВДЕ

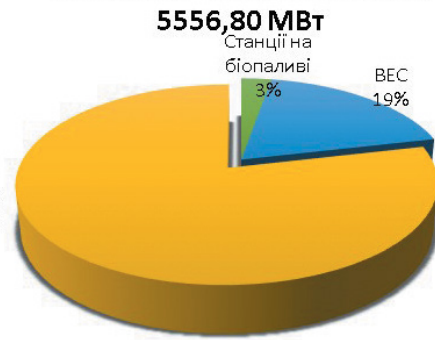


Рис. 29 Встановлена потужність за типами станцій. <https://ua.energy/>

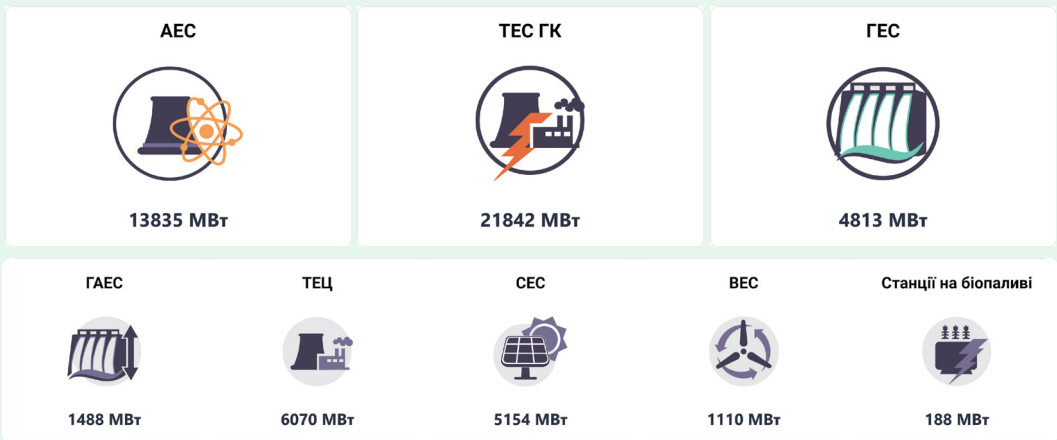


Рис. 30 Встановлені потужності станцій за типами на квітень 2020 р. <https://ua.energy/>

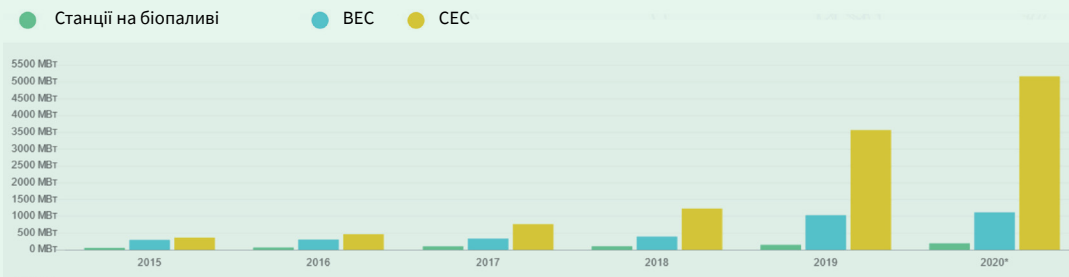


Рис. 31 Динаміка розбудови відновлюваних джерел енергії

## 3.2. Реформа ринку електричної енергії в Україні

На виконання зобов'язань України щодо Третього енергетичного пакета ЄС у квітні 2017 р. був прийнятий Закон «Про ринок електричної енергії», яким запроваджується нова модель ринку електричної енергії. А саме з 1.01.2019 розпочав роботу роздрібний ринок електричної енергії та 01.07.2019 р. стартував оптовий ринок електричної енергії. Дана ринкова модель ліквідувала єдиного покупця та продавця електроенергії — ДП «Енергоринок».

Нова модель ринку електроенергії включає низку сегментів: ринок двосторонніх договорів, ринок «на добу наперед», внутрішньодобовий ринок, балансуєчий ринок і ринок допоміжних послуг. Законом запроваджені норми Третього енергетичного пакета ЄС, в тому числі щодо питання анбандлінгу компаній за напрямками розподілу та передачі електроенергії. (Рис 32).



Рис. 32 Напрямки розподілу та передачі електроенергії

Також, як передбачено законом, розпорядженнями КМУ утворено дві нові організації, а саме:

ДП «Оператор ринку» – це підприємство виконує функції оператора ринку «на добу наперед» і внутрішньодобового ринку.

ДП «Гарантований покупець» – це підприємство, на яке покладені функції виконання зобов'язань держави з оплати відновлюваних джерел енергії по «зеленому» тарифу, тобто купівля всієї електроенергії, що виробляється з альтернативних джерел енергії. Також на «Гарантованого покупця» покладені спеціальні обов'язки – купівля електроенергії на електронних аукціонах і її продаж постачальникам універсальних послуг в обсягах, необхідних для постачання побутовим споживачам.

ДП «Енергоринок» здійснюватиме свою діяльність до повного погашення своєї кредиторської та дебіторської заборгованості за електричну енергію. (Рис 33).



Рис. 33 Принцип роботи ДП «Енергоринок»

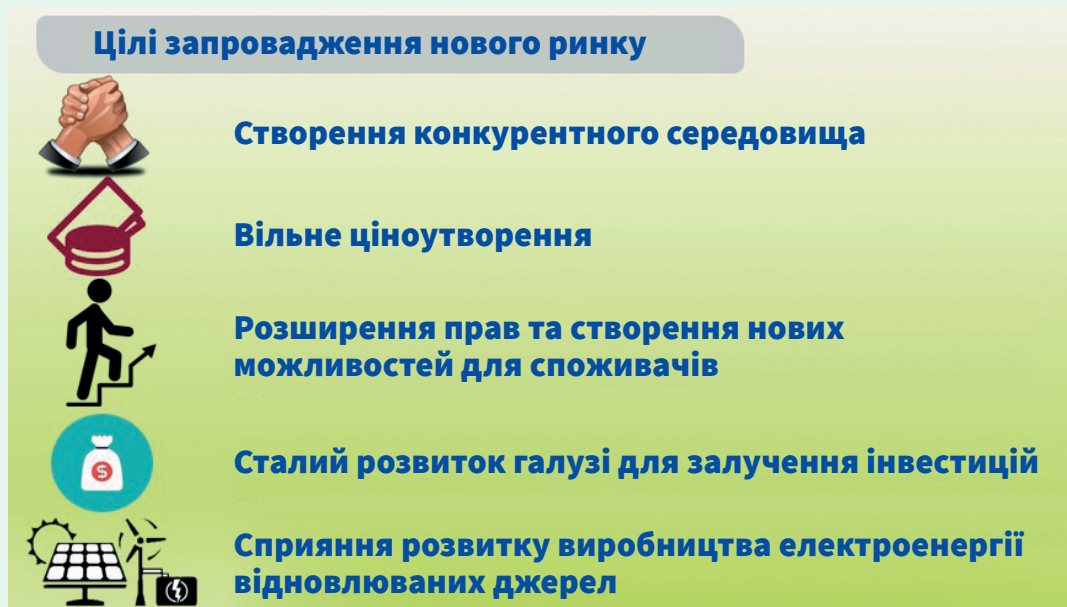


Рис. 34 Цілі реформування

Вартість електроенергії формуватиметься, виходячи з сегменту ринку, на якому відбулася купівля електричної енергії, та обсягів її споживання у певний проміжок часу.

Учасники ринку можуть торгувати ресурсом на чотирьох майданчиках відповідно до Правил ринку.

Ключовим є сегмент прямих двосторонніх договорів, які укладаються на довгостроковий період з рівним графіком поставки. У цьому випадку потрібно прогнозувати якомога точніше, скільки електроенергії необхідно споживачам. Ціна, сформована на цьому майданчику, буде найнижчою.

Інші торгові майданчики використовуються, коли потрібно докупити недостатній обсяг електроенергії або продати зайвий.

Постачальники можуть купувати електроенергію як упродовж («всередині») доби, так і на добу наперед.

Згідно з Правилами ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку, учасники РДН/ВДР можуть подавати заявки на торги РДН за 7 календарних днів до доби постачання і до 11.00 години доби, що передує добі постачання («Закриття воріт РДН»).

Для створення дієвого механізму постачання електроенергії побутовим споживачам Кабмін ухвалив рішення про покладення спеціальних обов'язків на учасників ринку електричної енергії для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії. Його реалізація дозволить зберегти ціни (тарифи) на електричну енергію для побутових споживачів на рівні, визначеному постановою НКРЕКП від 26 лютого 2015 р. № 220 «Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню».

Спеціальні обов'язки покладаються на таких учасників ринку електричної енергії:

- гарантованого покупця електричної енергії;
- виробників електричної енергії;
- постачальників універсальних послуг;
- операторів систем розподілу електричної енергії;
- оператора системи передачі електричної енергії.

НЕК «Укренерго» виконує функції оператора системи постачання, адміністратора розрахунків та адміністратора комерційного обліку.

# 4. РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

## Стратегічний напрямок

У серпні 2017 р. Кабінетом Міністрів України було прийнято Розпорядження № 605-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Схвалена урядом Енергетична стратегія України до 2035 року передбачає посилення розвитку відновлюваної енергетики як однієї із складових досягнення енергетичної незалежності. Однією з цілей Стратегії є досягти 25% енергії з відновлюваних джерел у загальному первинному постачанні енергії до 2035 року. На початку 2020 р. в Україні було прийнято Концепцію «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. Основний напрям концепції – декарбонізація економіки взагалі та декарбонізація енергетики як основний напрям. Це пропонується досягти такими кроками:

- впровадження енергоефективних рішень у промисловості, будівництві, теплоенергетиці;
- постійний розвиток й удосконалення ВДЕ;
- широкий розвиток електротранспорту;
- діджиталізація, розумні мережі, електронна розподілена генерація, електронне управління попитом;
- циркулярна економіка, переробка відходів;
- підтримка науково-дослідних робіт, впровадження сучасних систем накопичування енергії, «зелений» водень.

### ГРАФІК ЗМІН



Міністерство енергетики та захисту довкілля



Рис. 35. Графік змін із впровадження Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. <https://menr.gov.ua/>

До 2050 р. Україна має отримувати 70% електроенергії з чистих джерел.

Мета концепції:

- європейський рівень надання енергетичних послуг; інтеграція України до ENTSO-E (європейська мережа системних операторів передачі електроенергії);
- енергонезалежність як фундамент економічного розвитку;
- зрозумілі тарифи на енергоносії;
- доступ до даних про спожиті енергоресурси в режимі реального часу;
- кожен може стати постачальником електроенергії (домогосподарства).

Основний соціальний напрям – викорінення енергетичної бідності, підвищення конкурентоздатності українських товарів, нові робочі місця.

## Законодавство

Законодавство України в сфері альтернативних джерел енергії переважно будується на:

- Законі України «Про альтернативні джерела енергії»;
- Законі України «Про ринок електричної енергії»;
- Законі України «Про альтернативні види палива»;
- Законі України «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення умов підтримки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії».

А також на постановах і розпорядженнях Кабінету Міністрів України та НКРЕКП.

## Розвиток відновлювальної енергетики

Станом на 09.07.2020 на сайті Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), зареєстровано 957 об'єктів (без приватних домогосподарств) електроенергетики, що використовують для виробництва електричного струму альтернативні джерела енергії (з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малі ГЕС) та отримують «зелений» тариф. Хоча фактично таких об'єктів більше.

Серед них – 783 станції, які використовують сонячне випромінювання; 84 – мікро-, міні- та малих ГЕС; 36 станцій, які використовують для електрогенерації біогаз; 35 станцій, що використовують енергію вітру; 19 станцій, що отримують електроенергію з біомаси. «Найсвіжіші» станції, які отримали «зелений» тариф, – це ТЕС для спалювання біопалива в с. Клубівка (Хмельницька область, Ізяславський район), яка працює на соломі, та наземна фотоелектрична станція «Андріївка» в смт Андріївка (Харківська область, Балаклійський район), яким такий тариф встановлено лише з 09.07.2020.

В Україні немає сонячних станцій CSP типу, геотермальних, припливних і хвильових електростанцій. На долю сонячних PV-станцій припадає найбільша встановлена потужність генерації. На другому місці – вітер.

СЕС та ВЕС було зосереджено в п'яти південних областях: Херсонській, Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській, Одеській, а ще – Львівській та ін. Вибір цих областей є наслідком ґрунтового аналізу сонячного та вітрового потенціалу України.

За даними Інституту відновлювальної енергетики України, сумарна сонячна радіація на території держави змінюється від 1500 кВт·год/м<sup>2</sup> у Криму до 945 кВт·год/м<sup>2</sup> у горах Карпат. На рис. 36 показано розподіл території України по зонах із різною сонячною радіацією. Майже 90% території придатні для побудови сонячних станцій.

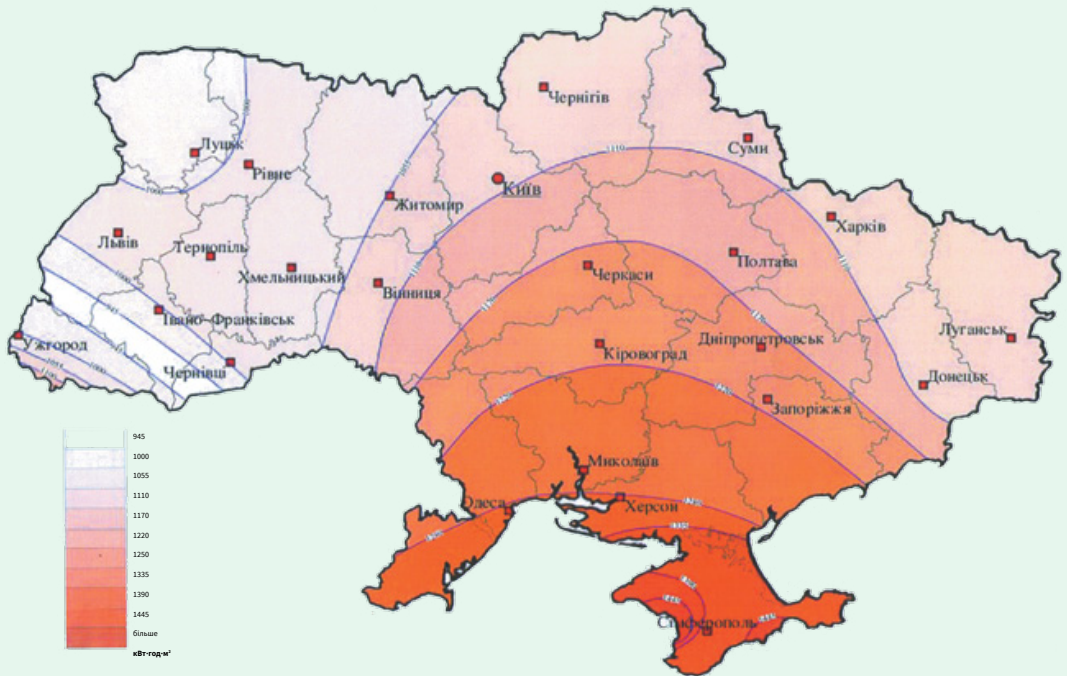


Рис. 36. Сонячний потенціал України.

Сайт Держенергоефективності: <https://sae.gov.ua/uk/ae/sunenergy>

Найпотужніша сонячна станція в Україні – Покровська – розташована біля села Покровське на Дніпропетровщині та введена в дію у жовтні 2019 р. Її потужність – 240 МВт. Теж на Дніпропетровщині працює й друга за потужністю Нікопольська СЕС (200 МВт). Потужні станції є в Одеській, Запорізькій, Вінницькій, Житомирській, Львівській та інших областях.

На фото наведено розподіл території України на зони з різними швидкостями вітру та вітрового потенціалу по висотах від 15 до 100 метрів. Економічно доведено, що будувати вітрові станції у зонах із швидкістю вітру менш ніж 4,5 м/с – не доцільно. Тому ВЕС і будуються у Карпатах, на півдні Запорізької, Херсонської та Миколаївської областей, де швидкість вітру відповідає цим вимогам.





Фото 25. Геліополе Покровської СЕС площею 43 га, яке складається з 840 тис. панелей одиначною потужністю 370 Вт

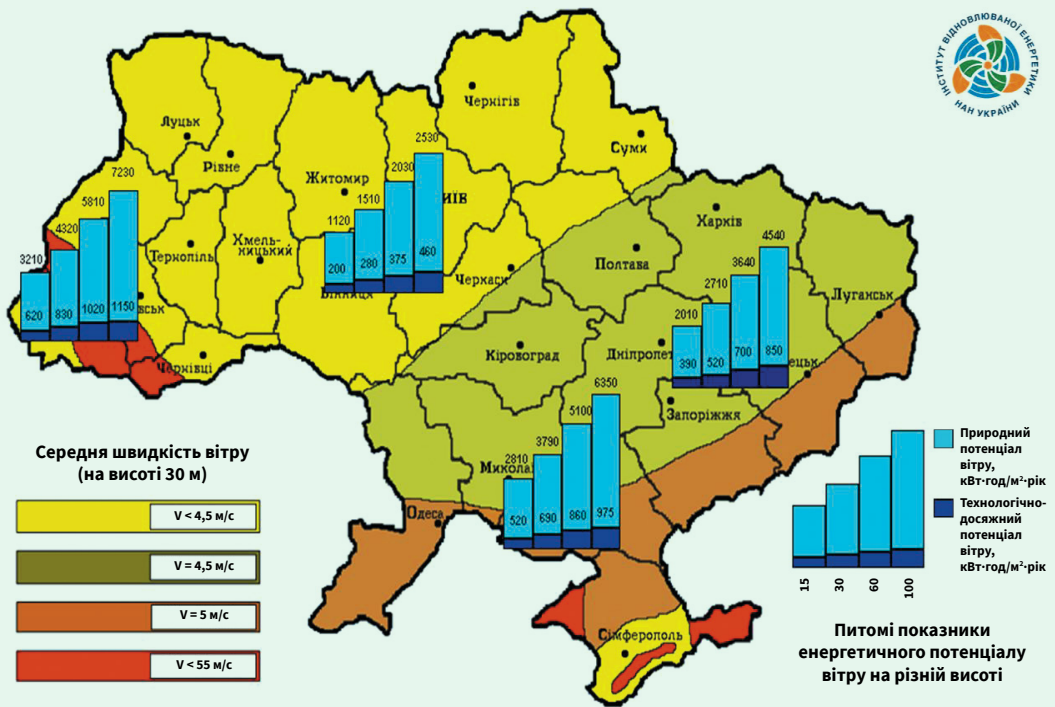


Рис. 37. Вітровий потенціал України.  
 Сайт Держенергоефективності: <https://saee.gov.ua/uk/node/589>

Найбільша вітрова електростанція України – Ботієвська ВЕС – розташована поблизу села Приморський Посад Приазовського району Запорізької області. Встановлена потужність Ботієвської ВЕС становить 200 МВт, персонал станції – 15 осіб. Початок роботи – 2012 р.

Приморська ВЕС також має потужність 200 МВт і розташована біля села Борисівка Запорізької області. Її введено в дію у 2019 р. Найпотужніші станції Карпат знаходяться біля м. Старий Самбір Львівської області. ВЕС «Старий Самбір-1» має потужність 13, 2 МВт, а «Старий Самбір-2» – 20,7 МВт.

1 червня 2020 р. в м. Гірсовка Запорізької області почалися монтажні роботи по зведенню найпотужнішої в Україні Запорізької ВЕС. Після їх завершення станція матиме встановлену потужність 500 МВт і увійде до першої п'ятірки найпотужніших станцій Європи.



Фото 26. Монтаж лопаті вітрогенератора

За результатами паспортизації, виконаної колишнім Держводгоспом України наприкінці 1980-х – початку 1990-х років, усього в Україні нараховується 63119 річок та струмків, енергетичний потенціал яких оцінюється у більш ніж 800 МВт. Однак малими ГЕС використовується всього лише трохи більше 100 МВ.

За даними Інституту відновлюваної енергетики, найбільша встановлена потужність малих ГЕС – у Вінницькій, Закарпатській, Кіровоградській, Тернопільській та Хмельницькій областях.

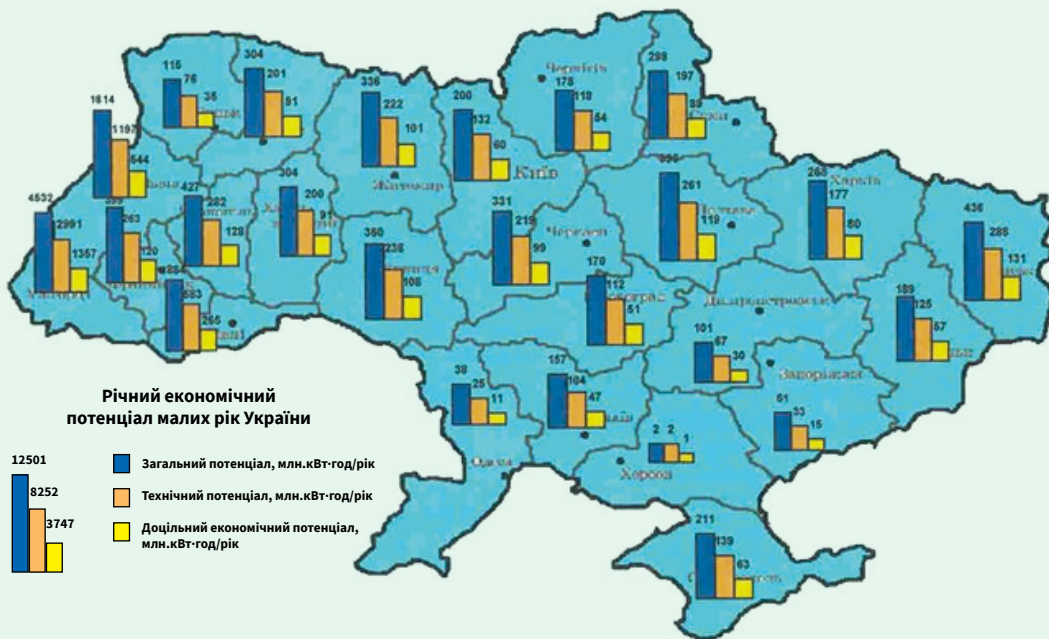


Рис. 38. Гідроенергетичний потенціал малих річок України.  
 Сайт Держенергоєфективності: <https://sae.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>

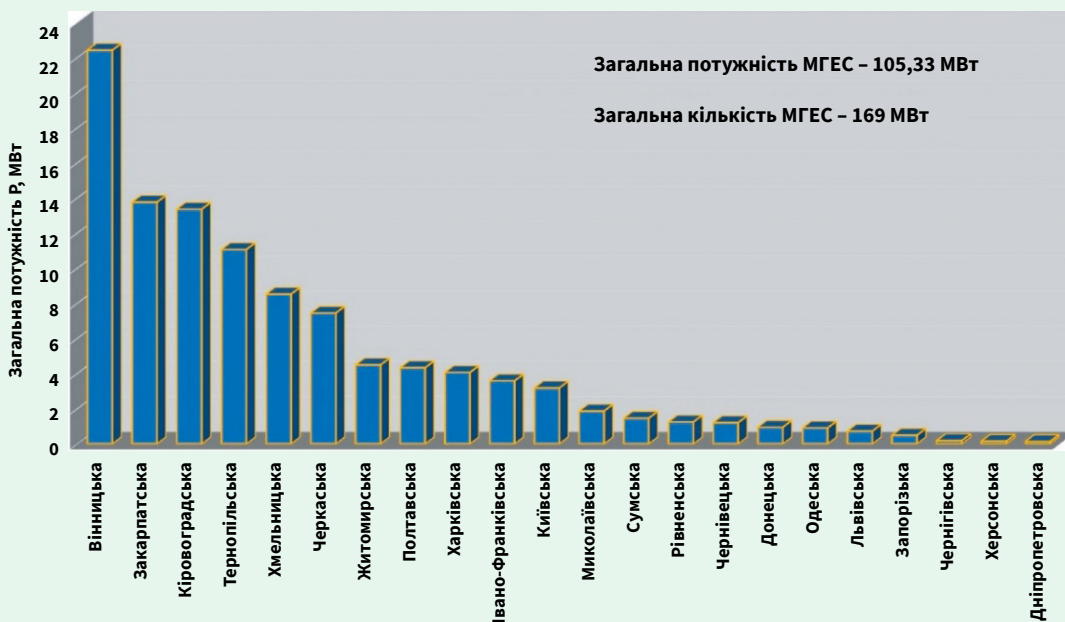


Рис. 39 Розподіл встановлених потужностей малих ГЕС по областях  
<https://sae.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>

## Інвестиції у розвиток відновлюваної енергетики в Україні

В Україні частка іноземних інвестицій у споруджені потужності ВДЕ становить 30%, приблизно 15% інвестицій у ВДЕ здійснює компанія ДТЕК. Більшість іноземних інвесторів запустили свої перші станції в Україні в 2019 році або ще добудовують їх. До основних фінансових установ, організацій і фондів, які надають кредити і фінансують в Україні проекти в сфері енергозбереження, відносяться:

- Світовий банк;
- Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР);
- Північна екологічна фінансова корпорація (НЕФКО);
- Фонд Східноєвропейського партнерства з енергоефективності та довкілля (E5P);
- Агентство США з міжнародного розвитку (USAID);
- Німецьке товариство міжнародного співробітництва (GIZ);
- Шведське агентство міжнародного розвитку (SIDA);
- Національні джерела фінансування;
- українські банки.



Рис. 40. Програми для фінансування відновлюваної енергетики, доступні в Україні

Серед спеціалізованих іноземних компаній, які активно працюють на ринку ВДЕ України

### – у сонячній енергетиці:

- VR Capital ( США);
- Scatec Solar (Норвегія);
- CNBM (Китай);
- Acciona Energia (Іспанія);
- TIU Canada / Refraction (Канада);
- EMSOLT (Туреччина);
- GS Engineering and Construction (Корея);
- Upgrade Energy (Бельгія);
- Norsk Solar (Норвегія);
- Better Energy (Данія).

**– у вітроенергетиці:**

- Vindkraft Group (Швеція);
- NBT і Total Eren (Норвегія);
- LongWing Energy (Люксембург);
- Ukraine Power Resources (США);
- Guris (Туреччина);
- GreenWorx (Бельгія);
- Akuo Energy (Франція);
- Ukr Wind Investment Limited (США, Великобританія).

Це доволі потужні світові компанії з величезним досвідом роботи на ринках ВДЕ. Наприклад, Scates Solar на ринок України вийшла в 2017 році. На сьогодні Scates запустила кілька СЕС загальною потужністю 188 МВт, інвестувавши в український ринок ВДЕ 194 млн євро. Окрім цього, на етапі будівництва знаходиться 148 МВт СЕС «Прогресовка» у Миколаївській області, інвестиції в яку заплановано на рівні 124 млн євро. На початку 2020 р. норвежці також почали будівництво СЕС «Кам'янка» на 30 МВт у Черкаській області.

Vindkraft – один із найбільших інвесторів у проекти вітрової енергетики в Україні. Компанія заснована в 2009 році шведськими інвесторами Карлом Стуреном і Йоханом Боденом, які також відомі як засновники компанії «Чумак», одного з найбільших харчових виробників в Україні. На даний момент компанія володіє діючими ВЕС у Херсонській області загальною потужністю 335 МВт, а перша вітротурбіна була встановлена ще в 2011 році. У планах компанії – будівництво ще двох ВЕС потужністю 300 МВт кожна. На фото показана доставка лопатей від компанії «Віндкрафт Україна» в порт Скадовська для ВЕС «Мирненська», що будується.



Фото: Доставка лопатей компанією Vindkraft у порт Скадовська. Серпень 2019 р.

Компанія CNBM в Україні володіє 10 сонячними станціями загальною потужністю понад 300 МВт в Одеській та Миколаївській областях.

Компанія Acciona Energía увійшла в Україну з реалізацією проєкту потужністю 57,6 МВт у Київській області, в який вона інвестувала 55 млн євро. У 2019 р. Acciona завершила будівництво двох інших СЕС загальною потужністю 44 МВт в Одеській області.

TIU Canada почала працювати в Україні з 2017 року. Компанія володіє сонячними станціями в Дніпропетровській, Миколаївській та Одеській областях загальною потужністю 55 МВт. На фото показано відкриття компанією TIU Canada сонячної станції в с. Калинівка Миколаївської обл. в квітні 2019 р. Інвестиції – 11 млн євро.

EMSOLT ввела в Україні в експлуатацію дві станції у Житомирській і Хмельницькій областях загальною потужністю 22 МВт. На стадії будівництва знаходяться проєкти сумарною потужністю 40 МВт.

Корейська GS Engineering and Construction в Україні побудувала дві сонячні станції в Закарпатській області потужністю 24 МВт, які почали виробляти електроенергію у березні 2020 року.

Upgrade Energy побудувала сонячну електростанцію з встановленою потужністю 24 МВт - Іршанську СЕС у Житомирській області.

Norsk Solar спільно з партнерами інвестувала у розташовану під Києвом сонячну станцію потужністю 9 МВт. Підрядником у будівництві цієї станції виступала вінницька компанія Voltage Group). Вартість проєкту оцінюється у 8,7 млн євро, з яких 4,35 млн євро надала NEFCO у вигляді кредиту.

Better Energy інвестувала у Ганську СЕС потужністю 19 МВт у Житомирській області. Загальний обсяг інвестицій у будівництво оцінюється в близько 19 млн євро, з яких NEFCO надає близько 32% у вигляді кредиту, а Better Energy і датський державний фонд IFU вносять решту як власники проєкту.

Компанія NBT працює в Україні з 2013 року. У 2017 році NBT придбав компанію «Сивашенергопром», яка управляє невеликою ВЕС у Херсоні. Згодом NBT розробив проєкт будівництва Сиваської ВЕС потужністю 250 МВт, а також залучив 262 млн євро від Європейського банку реконструкцій та розвитку (ЄБРР), Proparco, Green for Growth Fund, Finnfund, Чорноморського банку торгівлі та розвитку, IFU, FMO і NEFCO. Загальна сума інвестицій у проєкт складає 376 млн євро. Починаючи з 2019 року, NBT розвиває ще один проєкт – вітропарк «Зофія» потужністю 793 МВт у Запорізькій області. Це буде найпотужніший вітропарк у Європі. Передбачається, що обсяг інвестицій в даному проєкті перевищить 1 млрд євро, для чого компанія планує залучити 500 млн євро від китайського ICBC, Експортно-Імпортного і Будівельного банків Китаю.

Люксембурзька Longwing спільно з європейським фондом VLC Renewables здійснюють проєкт будівництва Запорізької ВЕС встановленою потужністю 500 МВт. Загальний обсяг інвестицій за даним проєктом оцінюється у 800 млн євро.

Компанія Ukr Wind Investment Limited реалізує проєкт Південно-Української вітроелектростанції потужністю 300 МВт у Миколаївській області. Вартість проєкту - 450 млн євро.

Американська компанія Ukraine Power Resources (UPR) інвестує у будівництво Дністровської ВЕС потужністю 100 МВт і Лиманської ВЕС (Одеська обл.) потужністю

122 МВт. Основним інвестором є VR Capital, американський інвестиційний фонд, що спеціалізується на інвестиціях у ринки, що розвиваються.

Вартість нових об'єктів ВДЕ доволі висока. Основним стимулом розвитку генерації на базі ВДЕ в Україні є «зелений» тариф, який забезпечує рентабельність виробництва електроенергії з нетрадиційних та відновлюваних джерел. Стимулювання розвитку ВДЕ має в подальшому враховувати зниження вартості їх будівництва за рахунок напрацювання відповідного досвіду, розвитку новітніх технологій, а також зменшення витрат за рахунок збільшення їх потужності.

До державних механізмів стимулювання розвитку відновлюваної енергетики України можна віднести:

- встановлення «зеленого» (пільгового) тарифу на вироблену з альтернативних джерел енергії електричну енергію;
- зобов'язання оптового ринку електричної енергії України на законодавчому рівні купувати весь обсяг виробленої електричної енергії з альтернативних джерел енергії;
- формування державного фонду енергозбереження;
- податкові та митні пільги;
- пільгове кредитування;
- державні субсидії.

Більшість європейських країн успішно розвивають свою альтернативну енергетику за рахунок потужної підтримки з боку держави. Країни Європейського Союзу, як на рівні міждержавному, так і на національному, розробляють програми та стратегії розвитку відновлюваної енергетики, надаючи фінансову та організаційну підтримку компаніям, які займаються альтернативною енергетикою.

## «Зелений» тариф

«Зелений» тариф сьогодні використовують понад 60 країн світу. Це один із найпоширеніших і найбільш ефективних стимулів розвитку альтернативної енергетики.

В даний час в Україні діє один із найвищих серед країн Європи «зелений» тариф, гарантований державою до 1 січня 2030 року. Відповідно до ст. 1 Закону України «Про електроенергетику», «зелений» тариф – спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – вироблена лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями). Закон про «зелений» тариф є дієвим державним механізмом, що стимулює залучення інвестицій у технології використання відновлюваних джерел енергії. Держава гарантує, що увесь обсяг виробленої електроенергії з відновлюваних джерел енергії буде викуплено за «зеленим» тарифом. І, що не менш важливо, розрахунки за електроенергію у першу чергу здійснюються з тими виробниками, які використовують саме відновлювані джерела енергії.

Сьогодні розвиток сектору електроенергетики з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) базується на Законах України «Про альтернативні джерела енергії»<sup>1</sup> і «Про

ринку електричної енергії». Обидва акти визначають засади функціонування системи стимулювання проєктів із генерації електроенергії та розміри «зелених» тарифів – вартості кіловат-години, за якою держава зобов'язується викуповувати всю енергію з ВДЕ. Електроенергія з ВДЕ викуповується державним підприємством ДП «Енергоринок», а потім «перемішується» з електроенергією з інших джерел для подальшого продажу енергопостачальним компаніям. Таким чином «зелений» тариф не фінансується з державного бюджету, а оплачується кожним споживачем країни. Поточна система підтримки на основі «зеленого» тарифу є простою та зрозумілою для гравців ринку, і після змін у 2015 році дозволила перезапустити розвиток сектору. Але така модель не сформувала сталого підходу до розвитку ВДЕ в Україні. Темпи встановлення нових потужностей не дозволяють досягти мети Національного плану дій до 2020 року щодо 11% частки ВДЕ у валовому кінцевому обсязі споживання електроенергії. За результатами 2017 року, частка відновлюваних джерел у генерації досягла лише 8.4% (включаючи великі ГЕС), або лише 1.5%, якщо враховувати лише нові потужності, введені в рамках дії державної підтримки. Чинна система підтримки базується на «зеленому» тарифі – законодавчо визначеній вартості електроенергії з ВДЕ, за якою держава покладає зобов'язання купувати її. Ці тарифи надаються залежно від року введення електростанцій ВДЕ в експлуатацію, прив'язані до квартального курсу євро. Для стимулювання локального виробництва компонентів для станцій ВДЕ існує надбавка до «зеленого» тарифу для промислових станцій за використання українського обладнання. Строк дії підтримки, тобто термін викупу електроенергії за «зеленими» тарифами, обмежується 31 грудня 2029 року.

Крім цього, з розвитком сектору ВДЕ сформувалася низка таких проблем:

- фінансове навантаження на ринок електроенергії;
- визначені на законодавчому рівні тарифи, що стримує динамічну реакцію на ринкові зміни;
- фіксація строку підтримки до 2030 року, а не на період часу з моменту запуску електростанції;
- технологічний дисбаланс у сфері ВДЕ із домінуванням сонячної та вітрової генерації;
- домінування промислових проєктів із незначною часткою малої генерації.

**Надбавка до «зеленого» тарифу для промислових електростанцій.** До «зеленого» тарифу на електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями) на об'єктах електроенергетики, у тому числі на чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), введених в експлуатацію з 1 липня 2015 року по 31 грудня 2024 року, національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, встановлюється надбавка за дотримання на відповідних об'єктах визначеного Законом «Про ринок електроенергії» та законами, що вносять зміни до Закону «Про альтернативну енергетику», рівня використання обладнання українського виробництва. Надбавка до «зеленого» тарифу за дотримання рівня використання обладнання українського виробництва встановлюється та підлягає застосуванню на весь строк його дії.



Надбавка за дотримання рівня використання обладнання українського виробництва не встановлюється до «зеленого» тарифу на електричну енергію, вироблену об'єктами електроенергетики (генеруючими установками) приватних домогосподарств.

Держава гарантує, що для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії на введених в експлуатацію об'єктах електроенергетики, буде застосовуватися порядок стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії, встановлений, відповідно до положень цієї статті, на дату введення в експлуатацію об'єктів електроенергетики, у тому числі – введених в експлуатацію черг будівництва електричних станцій (пускових комплексів), які виробляють електроенергію з альтернативних джерел енергії. У разі внесення змін до законодавства, що регулює порядок стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії, суб'єкти господарювання можуть обрати новий порядок стимулювання.

Держава гарантує закріплення на законодавчому рівні на весь строк застосування «зеленого» тарифу вимог щодо закупівлі в кожному розрахунковому періоді електроенергії, виробленої на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), що використовують альтернативні джерела енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – вироблену лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями), і не проданої за договорами безпосередньо споживачам або енергопостачальним компаніям, за встановленим «зеленим» тарифом із урахуванням надбавки до нього, встановленої відповідно до статті 17-3 цього Закону, в обсягах та порядку, визначених статтею 15 цього закону, а також щодо розрахунків за таку електроенергію у повному обсязі, у встановлені строки та грошовими коштами».

21 липня 2020 року Верховна Рада України прийняла Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення умов підтримки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» № 810-ІХ, який набрав чинності 1 серпня 2020 року. Він передбачає низку змін на ринку альтернативної енергетики, а саме:

Виробникам ВДЕ зменшено розмір «зеленого» тарифу. Зменшення залежить від дати введення електростанції в експлуатацію і буде таким:

- для СЕС та ВЕС, введених в експлуатацію до 30 червня 2015 року, ставка «зеленого» тарифу обмежується «максимальною» (граничною) ставкою в розмірі «зеленого» тарифу, що застосовувався для СЕС потужністю менше ніж 10 МВт, введених в експлуатацію до 31 березня 2013 року, зменшеного на 15%.
- для електростанцій, введених в експлуатацію з 1 липня 2015 року по 31 грудня 2019 року:
  - 7,5% для ВЕС з одиничною потужністю турбіни понад 2 МВт;
  - 15% для СЕС потужністю понад 1 МВт;
  - 7,5% для СЕС потужністю менше ніж 1 МВт.
- для електростанцій, введених в експлуатацію з 1 січня 2020 року по 31 жовтня 2020 року:

– 2,5% для СЕС потужністю понад 1 МВт;  
– 2,5% для СЕС потужністю менше ніж 1 МВт (не обмежується 31 жовтня 2020 року).

- для електростанцій, введених в експлуатацію після 1 січня 2020 року (але не більш як 3 роки з моменту укладення договору купівлі-продажу електричної енергії):
  - 2,5% для ВЕС, що введено в експлуатацію з 1 січня 2020 року.
- для електростанцій, що будуть введені в експлуатацію з 1 листопада 2020 року по 31 березня 2021 року:
  - 60% для СЕС потужністю понад 75 МВт, що будуть введені в експлуатацію після 31 жовтня 2020 року;
  - 30% на СЕС, що будуть введені в експлуатацію з 1 листопада 2020 року по 31 березня 2021 року, потужністю понад 1 МВт, але менш як 75 МВт.
- для електростанцій, що будуть введені в експлуатацію після 1 квітня 2021 року (але не більш як 2 роки з моменту укладення договору купівлі-продажу електричної енергії):
  - 60% для всіх СЕС;
  - ВЕС з трьома турбінами, що перевищують потужність 5 МВт, не повинні звільнятися від обов'язкових аукціонів.

Фінансова відповідальність за небаланси для виробників ВДЕ, потужність електростанцій яких перевищує 1 МВт, визначатиметься так:

- 50% з 1 січня 2021 року;
- 100% з 1 січня 2022 року.

Прийнятий закон, перш за все, покликаний врегулювати питання неплатежів, що виникли у держави перед інвесторами у чисту енергію. На зміну форми підтримки виробників за «зеленим» тарифом прийшла аукціонна модель.

## **Аукціонна форма підтримки відновлюваної енергетики**

Нині відновлювана енергетика в Україні розвивається швидкими темпами, особливо – виробництво електричної енергії з енергії сонця та вітру. Запорукою такого розвитку стали встановлення законом гарантованого рівня «зеленого» тарифу на електричну енергію з відновлюваних джерел енергії та зобов'язання щодо викупу всього обсягу «зеленої» енергії, відпущеної в енергетичну систему України. Крім цього, законами передбачено низку преференцій та економічних стимулів для розвитку проєктів у сфері відновлюваної енергетики, зокрема застосування надбавки до «зеленого» тарифу в разі використання українського обладнання та матеріалів при будівництві об'єктів, спрощення залучення банківського фінансування через надання можливості укладання попередніх договорів купівлі-продажу електричної енергії за «зеленим» тарифом та деякі інші.

Високий рівень «зеленого» тарифу в Україні, особливо тарифу для сонячних електростанцій (СЕС), створює для споживачів надлишкове цінове навантаження, яке буде надалі стрімко зростати з введенням в експлуатацію нових електростанцій.

Крім того, функціонування великих електростанцій з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), особливо тих, що виробляють електроенергію з енергії Сонця, вітру, характеризується різко змінними режимами роботи в складі Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України. Це призводить до додаткових витрат на диспетчеризацію електростанцій та підтримання резервних потужностей для регулювання режимів роботи електростанцій, які використовують енергію Сонця, вітру. Слід зазначити, що витрати на диспетчеризацію та резервування зростають пропорційно встановленій потужності електростанції, що виробляє електроенергію з енергії Сонця (СЕС), вітру (ВЕС), та на сьогоднішній день не компенсується власниками цих електростанцій. А наявність достатніх обсягів резервних енергогенеруючих потужностей для підтримання балансу між попитом і пропозицією на ринку електричної енергії є важливим фактором надійної та безпечної роботи ОЕС України.

Отже, на сьогодні виникла необхідність у зміні підходів до надання підтримки виробникам електричної енергії з ВДЕ. Нові підходи повинні збалансувати інтереси споживачів електричної енергії та інших учасників ринку, забезпечивши подальший розвиток відновлюваної енергетики та зменшивши зростання фінансового навантаження на кінцеву ціну електричної енергії.

Згідно із Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення умов підтримки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» № 810-ІХ, Кабінет Міністрів України може прийняти рішення про проведення аукціонів з розподілу квоти підтримки без розподілу за окремими альтернативними джерелами енергії (технологічно нейтральні аукціони) та/або аукціонів для інших альтернативних джерел енергії (крім енергії вітру, енергії сонячного випромінювання, доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – вироблену лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями).

Цінова пропозиція учасника аукціону, який бере участь в аукціоні з розподілу квоти підтримки для об'єктів електроенергетики або черг будівництва (пускових комплексів), що виробляють електричну енергію з енергії вітру та/або з енергії сонячного випромінювання, не може бути вищою за 9 євроцентів за 1 кіловат-годину – для аукціонів, що проводяться по 31 грудня 2024 року, та не може бути вищою за 8 євроцентів за 1 кіловат-годину – для аукціонів, що проводяться з 1 січня 2025 року. А також з використанням гідроенергії – виробленої лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями), не може бути вищою за 12 євроцентів за 1 кіловат-годину.

Закон також визначає відсоткову частку власності об'єктів, що отримали підтримку за результатами аукціонів. Обмеження відсотку частки власності одним бенефіціаром на рівні не більше 25% стимулюватиме конкуренцію учасників аукціону, а зміни щодо графіків проведення аукціонів та обсягів підтримки дозволять коригувати плани по нарощуванню обсягу ВДЕ в ОЕС України.

## Інтеграція ВДЕ в електричну мережу України. Зони ВДЕ. Прогнозування генерації

Графік генерування так званої «традиційної енергетики» завжди продиктований рівнем споживання електричної енергії. Відновлювана енергетика залежить від метеопараметрів (сонячна радіація, вітер). При цьому обсяг згенерованої електричної енергії суттєво змінюється при зміні характеристик первинної енергії. На Рис показано 5-хвилинні заміри потужності, генерованої СЕС у хмарний день (рис. 41, а) та в сонячний (рис. 41, б).

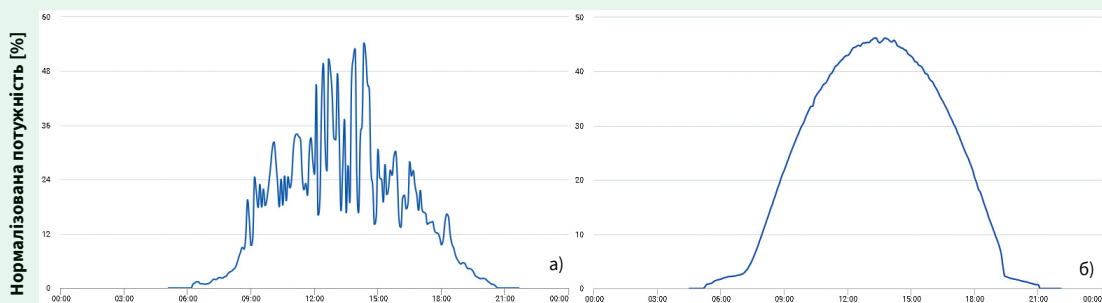


Рис. 41. 5-хвилинні графіки зміни генерованої потужності СЕС

Графіки на рис. 41 подані у відносних одиницях від номінальної потужності станції. Очевидно, коли частка таких електричних станцій у загальному балансі – незначна (в межах 1%), то значних проблем під час балансування режиму електроенергетичної системи не виникає. Однак зростання частки нестабільних джерел до 5% вже є достатньо серйозною проблемою, особливо для ОЕС України, де існує дефіцит високоманеврених потужностей. Саме тому в Законі України «Про ринок електричної енергії» визначено необхідність прогнозувати графік генерування «на добу наперед» електричними станціями, яким встановлено «зелений» тариф. Перелік метеопараметрів, які є визначальними під час прогнозування виробітку фотоелектричними станціями, подано на рис. 42.

З огляду на неможливість прогнозувати погодні умови з високою точністю, ця процедура ускладнюється. Тому в законі було зазначено межі відповідальності за небаланси, зумовлену точністю прогнозування, коли відповідальність не настає: це 10% – для СЕС та 20% – для ВЕС. Однак інтенсивний розвиток ВДЕ протягом 2018–2019 років змусив Міністерство енергетики України висунути умову про зменшення межі допустимих небалансів з 10% до 5% (для СЕС) і 100% відповідальність за небаланси, починаючи з 2021 року.

Враховуючи точність прогнозу метеопараметрів та мінливість їх по сезонах та протягом доби (див. рис. 41 та 42), досягнути необхідної точності прогнозу годинних графіків не вдається. Тому необхідно розвивати маневрені потужності в електроенергетичній системі та системи накопичення енергії.

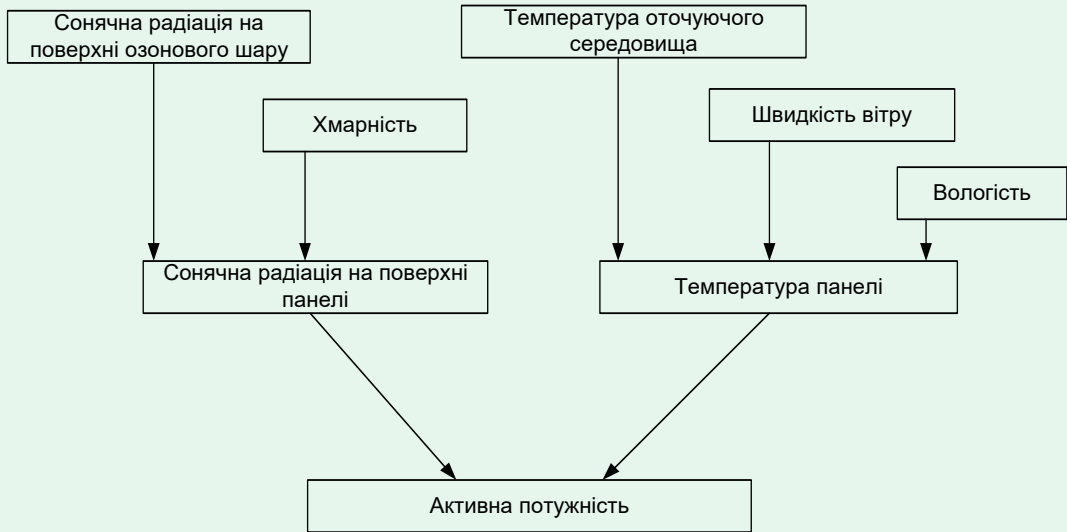


Рис. 42. Структура метеопараметрів

На рис. 43 показано приклад відхилення прогнозу від фактичного значення генерування СЕС різних регіонів для літньо-осіннього періоду. Середня точність системи прогнозування – 80%. Даний показник є середнім для точності подібних систем у Європі. Розрахунки виконані за допомогою програми, яка розроблена на кафедрі електричних станцій і систем Вінницького національного технічного університету.

На рис. 43 та 44 показано зміну прогнозованих погодинних значень генерування (зелений колір) та фактичних (фіолетовий).

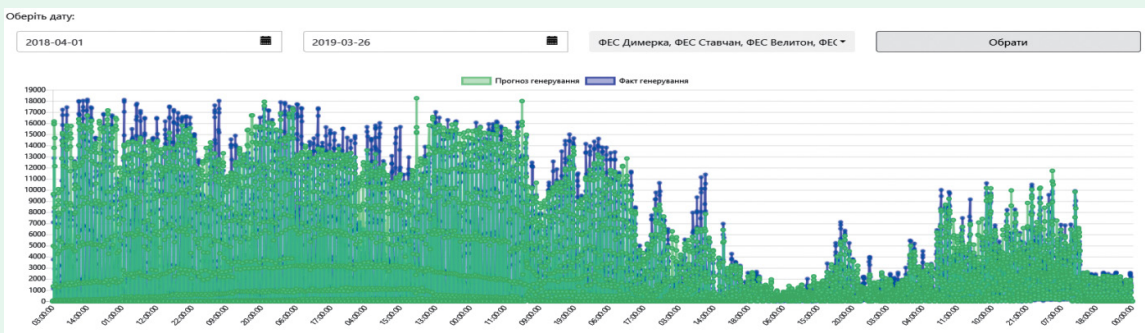


Рис. 43. Зріз екрана програми прогнозування генерування ФЕС

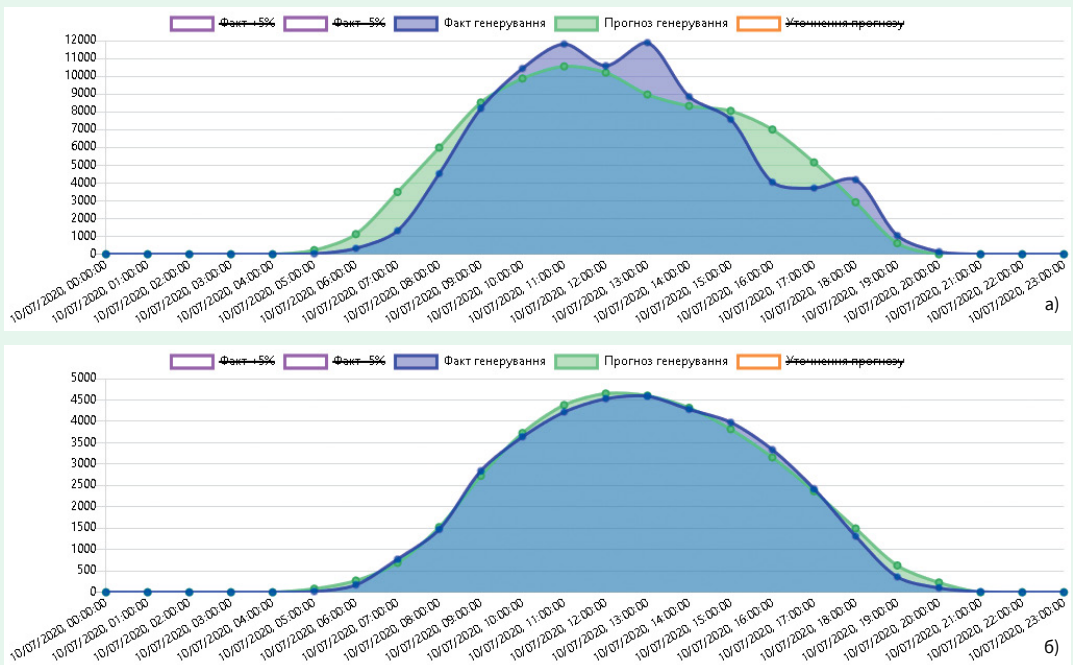


Рис. 44. Оцінювання точності прогнозу генерування ФЕС протягом доби (розглянуті погодинні графіки для днів, які показані на рисунку 43)

Особливістю сонячних та вітрових електростанцій є залежність їх генерування від метеопараметрів. Вони не є гарантованими джерелами електроенергії. Потужність їх може змінюватися практично від нуля (немає вітру – для ВЕС; ніч, туман, дощові хмари – для СЕС) до номінальної. Очевидно, що для балансування режиму енергосистеми необхідно прогнозувати генерування ВДЕ (за нормативними документами необхідно прогнозувати погодинне генерування на наступну добу).

Для компенсації нестабільності генерування ВДЕ в завданні балансування маємо:

- узгодження графіків електроспоживання та генерування ВДЕ;
- накопичувачі електроенергії: гідроелектростанції, хімічне акумуляування, водневі технології, біогазові технології та інші способи;
- використання наявних джерел генерування – в першу чергу, блоків теплової генерації з регульовальним діапазоном по потужності 30–50%.

Для того, щоб запрацювали способи компенсації нестабільності генерування, в Україні повинні діяти балансуєчий ринок та ринок допоміжних послуг.

## 5. АКТИВНІ СПОЖИВАЧІ (ПРОС'ЮМЕРИ) ТА SMART GRID ТЕХНОЛОГІЇ

Поєднання великих масштабних енергосистем і відновлюваних джерел енергії визнане важливим напрямком у розвитку електроенергетики світу. Нагадаємо, ВДЕ пов'язані з електричною мережею, як правило, на рівні споживачів.

Певною мірою ВДЕ можуть відігравати важливу роль у підтримці рівня напруги, поліпшенні якості електроенергії, зниженні витрат на передачу та розподіл електричної енергії, підвищенні надійності системи електропостачання та зменшенні забруднення навколишнього середовища. Однак у реальності перераховані функції важко реалізувати. Сонячна енергія та енергія вітру – досить нестабільні, отже, ВДЕ не завжди можуть забезпечити задовільну підтримку енергосистеми.

Відносно здешевлення елементів фотоелектричних, вітрових станцій тощо дозволяє споживачеві будувати їх на своїй території та використовувати для покриття своїх потреб в електричній енергії. Це призвело до того, що споживач, аналізуючи ціни на ринку електричної енергії, може вибирати, коли споживати «свою» енергію або продавати в систему. Таких споживачів називають «активними» і використовують їх для корегування та балансування режиму електроенергетичної системи. За це активний споживач, або PROSUMER, отримує оплату за надані ним послуги. (Активний споживач) = PROducer (Виробник) + conSUMER (Споживач).

Тобто під активним споживачем розуміють учасника процесу генерування та споживання електроенергії, який має можливість, виходячи зі своїх потреб, оптимізувати графік свого навантаження шляхом використання власних генеруючих потужностей.

Реалізувати роботу активного споживача неможливо без інтелектуалізації електричних мереж, тобто реалізації Smart Grid технологій. Така технологія дозволяє вирішувати ключові завдання, пов'язані з підвищенням енергоефективності функціонування енергетичної системи в цілому, тобто виробництва, транспортування електроенергії та її споживання.

Розвиток сучасних електричних мереж і можливості сучасної обчислювальної техніки дозволяють ставити нові завдання для вдосконалення керування технологічними процесами. Стає реальною автоматизація оптимального керування станами динамічних систем, таких як електроенергетичні системи з ВДЕ, що мають складну просторово-часову структуру керування, для яких характерні часті та швидкі зміни станів.

Програми, які стимулюють споживачів до зниження споживання в «часи пік» навантаження і/або високих цін на ринку, застосовуються у США, багатьох країнах Європи тощо. В межах таких програм і реалізуються проекти віртуальних станцій, або MicroGrid, коли певний район має низку електричних станцій як традиційної енергетики, так і відновлюваної, і у вузлі під'єднання до Об'єднаної енергосистеми країни забезпечує регулювання споживанням і генеруванням. Схематично це показано на рис. 45 (показано реалізацію проєкту Fenix у Європі).

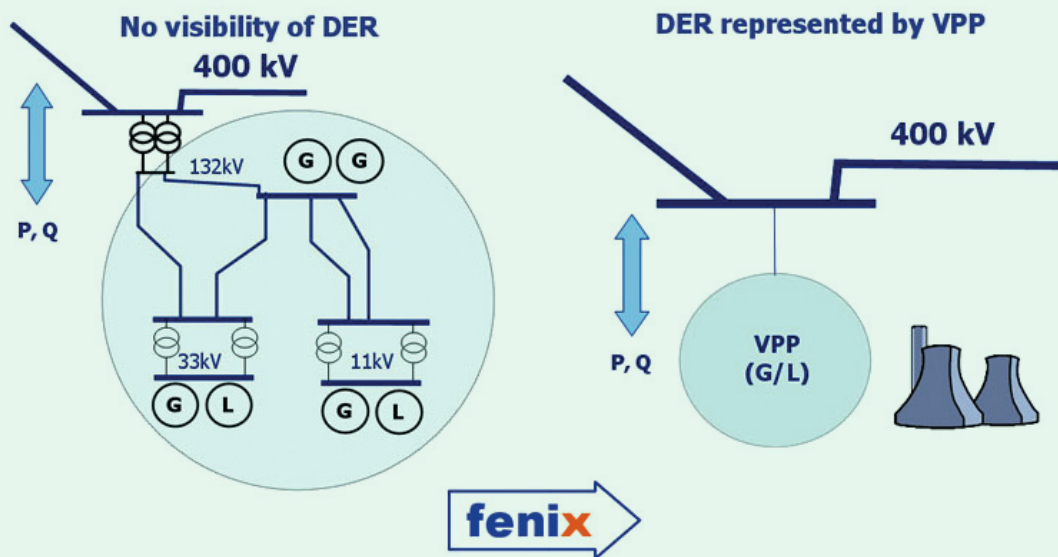


Рис. 45. Схематичне зображення MicroGrid (проект Fenix)

Прикладом організації таких MicroGrid в Україні є локальна електрична система на філії ТОВ «Вінницька птахофабрика», «Внутрішньогосподарський комплекс по виробництву кормів» у м. Ладижин Вінницької області. На підприємстві запущено першу чергу когенераційної установки на 10 МВт, готується до запуску друга черга (10 МВт). Планується будівництво низки дахових фотоелектричних станцій сумарною потужністю 21 МВт та встановлення системи накопичення на 20 МВт год.

Очевидно, що реалізувати роботу з «активним» споживачем та з віртуальними станціями неможливо без інтелектуалізації електричних мереж, тобто застосування Smart Grid технологій.

Термін Smart Grid дотепер не має загальноприйнятої інтерпретації. Так, відповідно до трактування, сформульованого Європейською технологічною платформою, Smart Grids розуміються як «електричні мережі, що відповідають майбутнім вимогам до енергоефективного й економічного функціонування енергосистеми за рахунок скоординованого керування та за допомогою сучасних двосторонніх комунікацій між елементами електричних мереж, електричними станціями, акумулюючими установками та споживачами». Міністерство енергетики США позиціонує Smart Grid як «автоматизовану енергетичну систему, що забезпечує двосторонній потік електричної енергії й інформації між електричними станціями та пристроями повсюдно. Smart Grid за рахунок застосування новітніх технологій, інструментів і методів наповнює електроенергетику «знаннями», що дозволяють різко підвищити ефективність функціонування енергетичної системи».

NETL визначає Smart Grid як сукупність організаційних змін, нової моделі процесів, рішень у сфері інформаційних технологій, а також рішень у галузі автоматизованих систем керування технологічними процесами та диспетчерським керуванням в електроенергетиці.



Найбільш повно загальну функціонально-технологічну ідеологію цієї концепції, очевидно, відображає сформульоване IEEE визначення Smart Grid як концепції повністю інтегрованої, саморегулюючої й електроенергетичної системи, що само-відновлюється, має мережну топологію й включає в себе всі джерела, що генерують, магістральні та розподільні мережі та всі види споживачів електричної енергії, керовані єдиною мережею інформаційно-керуючих пристроїв і систем у режимі реального часу.

Основними ідеологами розробки цієї концепції виступили США та країни ЄС, що прийняли її за основу своєї національної політики енергетичного й інноваційного розвитку. Надалі, як ми вже відзначали, концепція Smart Grid одержала визнання й розвиток практично в усіх великих індустріально розвинених країнах і країнах, що розвиваються.

## 6. ГЛОСАРІЙ

**Альтернативна енергетика.** Сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії.

**АЕС.** Атомна електростанція – електростанція, в якій атомна енергія перетворюється на електричну. Генератором енергії на АЕС є атомний реактор. Балансуючий ринок електричної енергії – ринок, організований оператором системи передачі електричної енергії з метою забезпечення достатніх обсягів електричної потужності та енергії, необхідних для балансування у реальному часі обсягів виробництва та імпорту електричної енергії та споживання й експорту електричної енергії, врегулювання системних обмежень у Об'єднаній енергетичній системі України.

**Біогаз.** Газ, отриманий з біомаси, що використовується як паливо.

**Біомаса.** Біологічно відновлювана речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу. До таких належать відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових і побутових відходів.

**ВДЕ.** Відновлювані джерела енергії. Це джерела енергії, до яких належать енергія Сонця, вітру, геотермальна енергія, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів тощо. По-друге, це вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів.

**ВЕУ.** Вітрова електроустановка. Електрична установка, що перетворює кінетичну енергію вітру на електричну енергію.

**ВЕС.** Вітрова електростанція. Вітрова електроустановка, устаткування і споруди, розташовані на одній території, які функціонально зв'язані між собою і становлять єдиний комплекс. Цей комплекс призначений для вироблення електроенергії шляхом перетворення кінетичної енергії вітру в електричну енергію.

**ГеоЕС** – Геотермальна електростанція – електростанція, де геотермальна енергія Землі перетворюється на електричну.

**Держенергоефективності.** Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України – центральний орган виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сферах ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива.

**Вітропарк.** Група вітрових електричних установок, розташованих в одній зоні, які мають спільну систему керування.

**ДП «Гарантований покупець»** – підприємство, що купує електричну енергію у виробників, яким встановлено «зелений» тариф.

**Електромережа** – взаємозв’язана мережа, призначена для постачання та розподілу електричної енергії від постачальників до кінцевих споживачів. Вона складається з генеруючих станцій, високовольтних ліній електропередач та розподільчих ліній, які доставляють енергію до розподільчих пристроїв підстанцій, ввідних пристроїв та головних розподільчих щитів.

**ЄБРР** – Європейський банк реконструкції та розвитку – міжнародний фінансово-кредитний інститут.

**ЗТ** – «Зелений» тариф. Спеціальний тариф, встановлений для державної закупівлі електричної енергії, виробленої на об’єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – виробленої лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями).

**Інвертор** – перетворювач постійного струму на змінний однофазний або багатофазний струм, силовий генератор змінного струму. Зазвичай являє собою генератор періодичної напруги, за формою, здебільшого наближеної до синусоїди.

**ККД** – коефіцієнт корисної дії – відношення виконаної роботи до загальних енергетичних затрат на її виконання. Безрозмірна величина, яка вимірюється у відсотках.

**ЛЕП** – лінія електропередачі. Один з компонентів електричної мережі, призначена для передачі електричної енергії.

**Мала ГЕС.** Електрична станція, що виробляє електричну енергію шляхом використання гідроенергії, встановлена потужність якої складає більше 1 МВт, але не перевищує 10 МВт.

**МініГЕС.** Електрична станція, що виробляє електричну енергію шляхом використання гідроенергії, встановлена потужність якої складає більше 200 КВт, але не перевищує 1 МВт.

**МікроГЕС.** Електрична станція, що виробляє електричну енергію шляхом використання гідроенергії, встановлена потужність якої не перевищує 200 КВт.

**НАЕК «Енергоатом»** – Державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом». Основна мета – збільшення виробництва електроенергії та коефіцієнта використання встановленої потужності АЕС за умови постійного підвищення рівня безпеки експлуатації.

**НЕК «Укренерго»** – Національна енергетична компанія «Укренерго» – приватне акціонерне товариство, 100% акцій якого належать державі, підпорядковується Міністерству фінансів України і виступає гарантом цілісності та надійного функціонування Об’єднаної енергетичної системи (ОЕС) України.

**НЕФКО** – Північна екологічна фінансова корпорація (Nordic Environment Finance Corporation – NEFCO), створена в 1990 році п’ятьма країнами Північної Європи: Данією, Ісландією, Норвегією, Фінляндією і Швецією. Корпорація надає фінансову підтримку різним екологічно важливим проектам.

**НДДКР** – Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи — сукупність робіт, спрямованих на отримання нових знань та їх практичне застосування при створенні нового виробу або технології.

**НКРЕКП** – національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. Незалежний державний колегіальний орган, метою діяльності якого є державне регулювання, моніторинг та контроль за діяльністю суб'єктів господарювання у сферах енергетики та комунальних послуг.

**ОЕС** – Об'єднана енергетична система України. Сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, інших об'єктів електроенергетики, що об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії за їх централізованого управління.

**ПЕК** – паливно-енергетичний комплекс. Сукупність галузей промисловості, що забезпечують країну паливом і електроенергією. ПЕК здійснює видобуток і переробку різних видів паливних і енергетичних ресурсів — вугільних, нафтових, газових, ядерних, торфових, біологічних тощо. Основними складовими частинами комплексу є електроенергетика, нафтова, нафтопереробна, газова промисловості і вугільна промисловість.

**ПЕС** – припливна електростанція – особливий вид гідроелектростанції, що використовує енергію припливів та відпливів, а фактично кінетичну енергію обертання Землі в залежності від інших астрономічних тіл.

**Постачальник останньої надії** – компанія, яка забезпечує електроенергією промислових споживачів у певний період часу на термін до 90 днів. Компанію-постачальника призначає держава в зв'язку з прийняттям Закону «Про ринок електроенергії».

**Ринок «на добу наперед»** – сегмент ринку, на якому здійснюється купівля-продаж електричної енергії на наступну, за днем проведення торгів, добу за вільними конкурентними цінами.

**СЕС** – сонячна електростанція. Інженерна споруда, яке перетворює енергію сонячного випромінювання у електричну енергію.

**СЕС PV** – сонячна електростанція, в якій генерація електроенергії відбувається за принципом фотовольтаїки.

**СЕС CSP** (Concentrated Solar Power).

**Трекер** — приймально-передавальний пристрій, призначений для дистанційного стеження за положенням мобільного об'єкта. Розташовується на об'єкті, за яким ведеться спостереження, та визначає місцезнаходження об'єкта.

**GIZ** – Німецьке товариство міжнародного співробітництва — німецьке агентство з розвитку зі штаб-квартирою у Бонні та Ешборні, що надає послуги у сфері міжнародного співробітництва у сфері розвитку.

**ENTSO-E** – Європейська мережа операторів систем передачі, представляє 43 операторів системи передачі електроенергії з 36 країн Європи.

**IRENA** — Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії, організація, заснована в 2009 році для підтримки використання всіх форм поновлюваних дже-

рел енергії. IRENA полегшує доступ до всієї необхідної інформації про поновлювані джерела енергії, у тому числі до технічних даних.

**KNESS PV** – перший український завод з виробництва сонячних фотопанелей, розташований у м. Вінниці.

**KPI** – Ключові показники ефективності — фінансова та нефінансова система оцінки, яка допомагає визначити досягнення стратегічних цілей.

**PERC** – технологія модернізації стандартних сонячних елементів за рахунок встановлення на задній поверхні елемента відбиваючого шару.

**ppm** – мільйонна частка, пропромілье — одиниця вимірювання концентрації та інших відносних величин, аналогічна за змістом відсотка або проміле, та являє собою одну мільйонну частку. Часто використовується для виміру вуглекислого газу в атмосфері землі.

**USAID** – Агентство США з міжнародного розвитку.



## Для нотаток

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Проект ВОГО «Вінницький пресклуб»

Дядькович В.Т., Комар В.О., Кравчук С.В.

## Відновлювана енергетика для журналістів

Корректор – Л. Юрченко  
Редактура – С. Вишневська, Н. Болховська  
Верстка та дизайн – П. Кіпран

Підписано до друку 14.06.2021.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.  
Друк. арк. 5. Умов. друк. арк. 6,5. Обл.-видавн. арк. 6,3.  
Наклад 1000 прим. Зам. № 584/1.

Віддруковано ФОП Мальченко Л.В. з оригіналів замовника.

Видавець ТОВ «ТВОРИ».  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до  
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів  
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.  
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.  
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852, (098) 46-98-043.  
e-mail: tvoru@tvoru.com.ua  
<http://www.tvoru.com.ua>