# Видобуток і утилізація звалищного газу

Одним з основних способів видалення твердих побутових відходів у всьому світі залишається поховання в приповерхневої геологічному середовищі. У цих умовах відходи піддаються інтенсивному біохімічному розкладу, яке викликає, зокрема, генерацію звалищного газу.

Звалищний газ, що надходить в атмосферу, формує негативні ефекти як локального, так і глобального характеру. З цієї причини в багатьох розвинених країнах світу здійснюються спеціальні заходи щодо мінімізації емісії звалищного газу. Це фактично призвело до виникнення самостійної галузі світової індустрії, яка включає видобуток і утилізацію звалищного газу.

Істотна частина фракцій твердих побутових відходів повсюдно представлена різними органічними матеріалами.

Основними групами серед них є харчові відходи і папір. В середньому частка органічних фракцій твердих побутових відходів коливається від 56% до 62%. В умовах звалищ та полігонів швидко формуються анаеробні умови, в яких протікає біоконверсія органічної речовини. В результаті цього процесу утворюється біогаз, або так званий звалищний газ. Істотне варіювання газопродуктівності і швидкості процесу визначається умовами середовища, що склалися в конкретному звалищному тілі. До числа параметрів, що впливають на швидкість газоутворення, відносяться вологість, температура, склад органічних фракцій.

Розпад органічних речовин, що легко розкладаються, завершується протягом 2-4 років, в той час як біоконверсія органічних речовин, що важко розкладаються, протікає протягом десятиліть. Можна стверджувати, що в середньому газогенераціїя закінчується в звалищному матеріалі протягом 10-50 років, при цьому питомий вихід газу складає 120-200 м3 на тонну твердих побутових відходів.

Для більшості органічного матеріалу найбільш інтенсивно процес газоутворення протікає в перші 5 років, за які виділяється близько 50% повного запасу звалищного газу. Основними компонентами звалищного газу є метан (CH4) і діоксид вуглецю (СО2). Їх співвідношення може змінюватися від 40-70% до 30-60% відповідно. В значно менших концентраціях на рівні близько відсотка присутні, як правило, азот (N2), кисень (O2), водень (Н2). Як малі домішки до складу звалищного газу можуть входити десятки різних органічних сполук.

Склад звалищного газу обумовлює ряд його специфічних властивостей:

1) звалищний газ є горючим, його середня теплота згоряння складає приблизно 23 МДж / м3;

2) в певних концентраціях він токсичний (конкретні показники токсичності визначаються наявністю ряду мікродомішок, таких, наприклад, як сірководень H2S);

3) зазвичай звалищний газ володіє різким неприємним запахом.

Наведений перелік негативних явищ, обумовлених звалищним газом, переконливо свідчить про необхідність боротьби з його виділенням. У більшості розвинених країн існують спеціальні закони, які зобов'язують власників полігонів запобігати стихійне поширення звалищного газу.

Основним методом, що забезпечує рішення цієї задачі, є технологія утилізації звалищного газу. Для вилучення звалищного газу на полігонах використовується мережа вертикальних газодренажних свердловин, з'єднаних лініями газопроводів, в яких компресорна установка створює розрідження, необхідне для транспортування звалищного газу до місця використання. Установки по збору і утилізації монтуються на спеціально підготовленому майданчику за межами звалищної маси.

Спорудження газодренажної системи може здійснюватися як цілком на всій території полігону твердих побутових відходів після закінчення його експлуатації, так і на окремих ділянках полігону відповідно до черговості їх завантаження. При цьому треба враховувати, що для видобутку звалищного газу необхідно, щоб товщина шару твердих побутових відходів складала не менше 10 м. Бажано також, щоб територія полігону твердих побутових відходів була перекрита шаром грунту потужністю не менше 30-40 см.

Для видобутку звалищного газу на полігонах твердих побутових відходів застосовуються вертикальні свердловини. Зазвичай вони розташовуються рівномірно по території звалищної маси з кроком 50-100 м між сусідніми свердловинами. Їх діаметр коливається в інтервалі 200-600 мм, а глибина визначається потужністю звалищного тіла і може становити кілька десятків метрів

При бурінні свердловин в товщі відходів найбільш доцільним є використання шнекового буріння. Воно порівняно недорого і легкодоступною, тому що широко використовується в інженерно-геологічних дослідженнях. При використанні цього виду буріння максимальний діаметр свердловин складає 250-500 мм. Однак їх будівництво може зустрічати ряд труднощів, пов'язаних з присутністю великої кількості сторонніх включень (металевих і бетонних конструкцій, залишків техніки, механізмів та ін.) в звалищноій товщі, що ускладнюють буріння та призводять до частої поломки бурового інструменту. Інженерне облаштування свердловини включає декілька етапів.

На першому в свердловину опускається перфорована сталева або пластикова труба, заглушена знизу і забезпечена фланцевим з'єднанням в гирлі. Потім в міжтрубний простір засипається пористий матеріал (наприклад, гравій) з пошаровим ущільненням до глибини 3-4 м від гирла свердловини. На останньому етапі споруджується глиняний замок потужністю 3-4 м для запобігання попадання в свердловину атмосферного повітря.

Температура звалищного газу в товщі відходів може досягати 40-50 ° С, а вміст вологи - 5-7%. Після екстракції звалищного газу зі звалищного тіла і його надходження в транспортні газопроводи відбувається різке зниження температури, що призводить до утворення конденсату, який може виділятися в значних кількостях. Орієнтовно, при видобутку звалищного газу в обсязі 100м3/год за добу утворюється близько 1 м3 конденсату. Тому відведення конденсату з допомогою спеціальних пристроїв є завданням першорядної важливості, тому що його наявність в газопроводі може утруднити чи зробити неможливою екстракцію звалищного газу.

При виборі матеріалів для газопроводів зазвичай розглядають два варіанти: використання пластикових або сталевих труб. Їх порівняльний аналіз проводиться за наступними критеріями: механічна міцність, корозійна стійкість, можливість використання в даних грунтах. Основна перевага сталевих труб обумовлено механічною міцністю і їх повсюдним використанням при будівництві газопроводів. Пластикові труби характеризуються високою корозійною стійкістю і пластичністю.

З урахуванням високої просідаючої здатності твердих побутових відходів і високої корозійної активності звалищного газу для прокладки газопроводу рекомендується використовувати пластикові труби з поліетилену низького тиску. Поліетиленові газопроводи мають ряд переваг в порівнянні з металевими: вони набагато легше, досить міцні, еластичні і корозійно стійкі, добре зварюються, не вимагають електрохімічного захисту. Продуктивність праці при будівництві поліетиленових газопроводів в 2,5 рази вище. За системою трубопроводів звалищний газ надходить на пункт збору. Газозбірний пункт призначений для примусового вилучення звалищного газу зі звалищної товщі за допомогою спеціального вентилятора, який в системі газопроводів створює невелике розрядження (близько 10 кПа).

У світовій практиці відомі такі способи утилізації звалищного газу:

* факельне спалювання, що забезпечує усунення неприємних запахів і зниження пожежонебезпеки на території полігону твердих побутових відходів, при цьому енергетичний потенціал звалищного газу не використовується в господарських цілях;
* пряме спалювання звалищного газу для виробництва теплової енергії;
* використання звалищного газу в якості палива для газових двигунів або турбін з метою отримання електроенергії і тепла;
* доведення вмісту метану в звалищному газі (збагачення) до 94-95% з подальшим його використанням в газових мережах загального призначення.

Доцільність застосування того чи іншого способу утилізації звалищного газу залежить від конкретних умов господарської діяльності на полігоні твердих побутових відходів. [25]

**СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА**

Сонячна енергетика — використання [сонячної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) для отримання [електричної](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) або [теплової енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) в будь-якому зручному для їх застосування вигляді. Сонячна енергетика використовує [поновлюване джерело енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) і у майбутньому, може стати [екологічно](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0) чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів.

На сьогодні (2020 -х роках), сонячна енергетика широко застосовується у випадках, коли малодоступність інших джерел енергії, в сукупності з достатньою кількістю сонячного випромінювання, виправдовує її економічно.

**Сонячна енергія, на поверхні Землі**

Потік сонячного випромінювання, що проходить крізь площу 1 м², розташовану перпендикулярно потоку випромінювання на відстані однієї [астрономічної одиниці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F) від центру Сонця (тобто зовні [атмосфери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96)) Землі, дорівнює 1367 [Вт](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82)/м² ([сонячна постійна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0)).

Через поглинання [атмосферою Земл](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96)і, максимальний потік сонячного випромінювання на рівні моря — 1020 Вт/м². Середньодобове значення потоку сонячного випромінювання як мінімум втричі менше (через зміни дня і ночі і зміни кута Сонця над обрієм). Взимку в помірних широтах, це значення удвічі менше. Ця кількість енергії з одиниці площі, визначає можливості сонячної енергетики.

Перспективи сонячної енергетики також, зменшуються внаслідок [глобального затемнення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5_%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) — антропогенного зменшення сонячного випромінювання, що доходить до поверхні Землі.

## Способи отримання електрики і тепла з сонячного випромінювання[[ред.](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0&veaction=edit&section=2) | [ред. код](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0&action=edit&section=2)]

* Отримання [електроенергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) за допомогою [фотоелементів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82). Для цієї мети застосовують кремнієві сонячні батареї, ККД яких доходить до 20 %. Але вартість отримання чистого кремнію досить велика. Кремній, в якому на 10 кг продукту припадає не більше 1 грама домішок коштує стільки ж, скільки збагачений уран для електростанцій, хоча запаси останнього в 100 000 разів менше запасів кремнію. У той же час, «хорошого» кремнію у світі добувають в 6 разів менше, ніж такого ж [урану](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B8).[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1)

З однієї тонни піску, в якому міститься 500 кг кремнію отримують 50-90 кг сонячного сіліціуму. При цьому на отримання 1 кг витрачається близько 250 кВт-годин електроенергії.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1) За новою технологією, розробленою німецькою фірмою [Siemens](https://uk.wikipedia.org/wiki/Siemens) ще 1979 року, енерговитрати падають на порядок, і вихід продукту збільшується в 10-15 разів. Вартість отримання кремнію при цьому знижується до 10-15 $ за кілограм.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1) Простий пісок для цієї технології не підходить. Тут потрібні «особливо чисті кварцити», поклади яких в значному обсязі, в основному, знаходяться в Росії.

Такі батареї можна встановлювати на [супутниках](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA), [автомобілях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C), крилах [літака](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BA), вмонтувати їх елементи в годинники, калькулятор, [ноутбук](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%83%D1%82%D0%B1%D1%83%D0%BA). Термін їх служби становить 30 років.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1) За цей час елемент, на виготовлення якого пішов 1 кг сонячного кремнію, може дати стільки ж електроенергії, скільки її може бути отримано при використанні 100 т [нафти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%84%D1%82%D0%B0) на ТЕС або 1 кг [збагаченого урану](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%83) на АЕС.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1)

При другому методі, на території в кілька тисяч квадратних метрів, встановлюються дзеркала-геліостати, які повертаючись слідом за сонцем напрямляють промені сонячного світла на ємність з теплоприймачем (водою). Вода нагрівається, перетворюється на пару, яка крутить [турбіну](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0), а остання обертає [генератор струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D1%83).

* [Геліотермальна енергетика](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) — нагрівання поверхні, що поглинає сонячні промені і подальший розподіл і використання [тепла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE) (фокусування сонячного випромінювання на ємності з [водою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0) для подальшого використання нагрітої води в опалюванні або в парових [електрогенераторах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80)).

Сонячну енергію, можна використовувати для отримання тепла безпосередньо без перетворення на електричну. Установки, які збирають, зберігають і передають тепло, називаються [сонячними колекторами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80). У цьому разі, на даху будинку, або з його південного боку, встановлюється панель, що складається з трубочок, по яких в спеціальний бак-акумулятор подається вода. Сонце нагріває воду в трубах до 60-70 С, яка накопичується в баку, а звідти надходить для обігріву або гарячого [водопостачання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F).

* [«Сонячне вітрило»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE) в безповітряному просторі, може перетворювати сонячні промені на кінетичну енергію.
* Термоповітряні електростанції (перетворення сонячної енергії в енергію повітряного потоку, що направляється на [турбогенератор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80)).
* Сонячні аеростатні електростанції (вироблення водяної пари усередині балона аеростата за рахунок нагрівання [сонячним випромінюванням](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) поверхні аеростата, покритої вибірково-поглинаючим покриттям). Перевага — запасу пари в балоні достатньо для роботи електростанції в темний час доби і хмарну погоду.

## Переваги сонячної енергетики

* Загальнодоступність і невичерпність джерела.
* Теоретично, повна безпека для [довкілля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F) (проте в наш час у виробництві фотоелементів і в них самих, використовуються шкідливі речовини).

## Недоліки сонячної енергетики

### Фундаментальні проблеми

* Через відносно замалу величину сонячної постійної, для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції (наприклад, для електростанції потужністю 1 Гвт, це може бути декілька десятків квадратних кілометрів). Проте, цей недолік не такий великий, наприклад, [гідроенергетика](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) виводить з користування значно більші ділянки землі. До того ж фотоелектричні елементи на великих сонячних електростанціях встановлюються на висоті 1,8—2,5 метра, що дозволяє використовувати землі під електростанцією для сільськогосподарських потреб, наприклад, для випасу [худоби](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%B0).

Проблема знаходження великих площ землі під сонячні електростанції, вирішується у разі застосування сонячних аеростатних електростанцій, придатних як для наземного, так і для морського і для висотного розташування.

* Потік сонячної енергії на поверхні [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F) дуже залежить від [широти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0) і клімату. У різних місцевостях, середня кількість сонячних днів в році, може дуже сильно відрізнятися.

### Технічні проблеми

* Сонячна електростанція не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік електроспоживання припадає саме на вечірні години. Крім того, потужність електростанції може стрімко і несподівано коливатися через зміни погоди. Для подолання цих недоліків потрібно або використовувати ефективні [електричні акумулятори](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80) (дотепер це невирішена проблема), або будувати [гідроакумулювальні станції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F), які теж займають велику територію, або використовувати концепцію [водневої енергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), яка також поки далека від економічної ефективності.

Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов вирішується у разі сонячних [аеростатних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82) електростанцій.

* Висока ціна сонячних фотоелементів. Ймовірно, з розвитком технології цей недолік подолають. В [1990](https://uk.wikipedia.org/wiki/1990)–[2005](https://uk.wikipedia.org/wiki/2005) рр. ціни на фотоелементи знижувалися в середньому на 4 % на рік.
* Недостатній [ККД](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B4%D1%96%D1%97) сонячних елементів (ймовірно, буде незабаром збільшений).
* Поверхню фотопанелей потрібно очищати від пилу і інших забруднень. За їх площі в декілька квадратних кілометрів, це може викликати утруднення.
* Ефективність фотоелектричних елементів помітно зменшується при їх нагріванні, тому виникає потреба в установці систем охолоджування, зазвичай водяних.
* З кожним роком експлуатації ефективність фотоелектричних елементів знижується.

### Екологічні проблеми

* Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять [отруйні речовини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8), наприклад, [свинець](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C), [кадмій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D1%96%D0%B9), [галій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9), [миш'як](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%88%27%D1%8F%D0%BA) тощо, а їх виробництво споживає велику кількість інших небезпечних речовин. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби (30—50 років), і масове їх застосування поставить найближчим часом складне питання їх переробки.

Останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься всього близько 1 % [кремнію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96%D0%B9). Завдяки низькому вмісту кремнію тонкоплівкові фотоелементи дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність. Так, наприклад, в 2005 р. компанія «Shell» ухвалила рішення зосередитися на виробництві тонкоплівкових елементів, і продала свій [бізнес](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81) з виробництва кремнієвих фотоелектричних елементів.

**Освітлення будівель**

За допомогою сонячного світла можна освітлювати приміщення в денний час доби. Для цього застосовуються [світлові колодязі](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D0%B7%D1%8C&action=edit&redlink=1). Простий варіант світлового колодязя — отвір у стелі.

Світлові колодязі застосовуються для освітлення приміщень, що не мають вікон: підземні гаражі, станції метро, промислові будівлі, склади, в'язниці, та інше.

## Сонячна теплова енергетика

Сонячна енергія широко використовується як для нагрівання води, так і для виробництва електроенергії. Сонячні колектори виготовляються з доступних матеріалів: [сталь](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C), [мідь](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B4%D1%8C), [алюміній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9) тощо, тобто без застосування рідкісного і дорогого [кремнію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96%D0%B9). Це дозволяє значно скоротити вартість устаткування, і отриманої на ньому енергії.

Сонячні теплові колектори, Інформаційним управлінням з енергетики США, поділяються на низько-, середньо-, і високотемпературні колектори. Низькотемпературні колектори є плоскими плитами і звичайно використовується для підігріву [плавальних басейнів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B1%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%B9%D0%BD). Середньотемпературні колектори також, як правило, пласкі плити, але використовуються для підігріву води для житлового та комерційного використання. Високотемпературні колектори зосереджують сонячні промені за допомогою [дзеркал](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%BE) і [лінз](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D0%B7%D0%B0) і, як правило, використовуються для виробництва [електроенергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F).

Сонячна енергія для обігріву, охолодження, [вентиляції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F) та технологічних потреб, може бути використана для покриття частини витрат на енергію. Теплова маса матеріалів зберігає сонячну енергію протягом дня, і звільняє цю енергію коли стає холодніше. Загалом до теплової маси, відносяться кам'яні матеріали, [бетон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD) і вода. За розміщення теплових мас слід розглянути низку чинників, таких як [клімат](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82), рівень денного світла, тіней та інших умов. За умов правильно підключення теплові маси можуть пасивно підтримувати затишну температуру при скороченні споживання. Теплова енергія маси ґрунту, також може бути використана для зберігання тепла між сезонами і дозволяє використати сонячну теплову енергію для опалення приміщень у зимовий час.

Сонячна теплова енергія як активне сонячне опалення. Типова конструкція побутової сонячної системи опалення складається з сонячної панелі (або сонячного колектору) з теплообмінною рідиною, що проходить через нього, транспортуючи зібрану теплову енергію для корисного застосування, як правило, до гарячої води цистерни або домашніх радіаторів. Сонячні панелі розташовані в місці з гарним рівнем освітлення протягом дня, найчастіше на даху будівлі. Насос штовхає теплообмінну рідину (часто щойно очищену воду) за допомогою панелі управління. Тепло таким чином збирається та передається на ощадний контейнер.

Також можливе використання пасивного сонячного опалення, яке не потребує електричного або механічного обладнання, і може розраховувати на [дизайн](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD) і структуру [будинку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA) для збирання, зберігання і розподілення тепла будівлею. Деякі пасивні системи, використовують незначну кількість звичайної енергії для керування заслінками, віконницями, нічними ізоляційними та іншими пристроями, що підвищують рівень збору, зберігання, використання та зниження небажаного теплообміну сонячної енергії.

[2001](https://uk.wikipedia.org/wiki/2001) року, вартість електроенергії, отриманої в сонячних колекторах, становила $0,09-$0,12 за кВт·год. [Департамент Енергетики США](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%A1%D0%A8%D0%90) передбачає, що вартість електроенергії, вироблюваної сонячними концентраторами, знизиться до $0,04-$0,05 в 2015—2020 рр.

У [2007](https://uk.wikipedia.org/wiki/2007) році в [Алжирі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B6%D0%B8%D1%80) почалося будівництво змішаних електростанцій. У денний час доби, електроенергія виробляється [параболічними](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%97%D0%B4) концентраторами, а вночі з [природного газу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7).

 **Використання сонячної енергії в хімічному виробництві**

Сонячна енергія може застосовуватися в різних хімічних процесах. Наприклад:

* Ізраїльський [Weizmann Institute of Science](http://wis-wander.weizmann.ac.il/) у [2005](https://uk.wikipedia.org/wiki/2005) році випробував технологію отримання неокисленого [цинку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BD%D0%BA) у сонячній башті. Оксид цинку у присутності [деревного вугілля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D1%83%D0%B3%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F) нагрівався дзеркалами до температури 1200 [°С](https://uk.wikipedia.org/wiki/%C2%B0%D0%A1) на вершині сонячної башти. У підсумку процесу, отримувався чистий цинк. Далі цинк можна герметично упакувати і транспортувати до місць виробництва електроенергії. На місці цинк поміщається у воду, в результаті хімічної реакції виходить [водень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) і [оксид цинку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4_%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D1%83). Оксид цинку можна ще раз помістити до сонячної башти і отримати чистий цинк. Технологія пройшла випробування в сонячній башті канадського Institute for the Energies and Applied Research.
* Швейцарська компанія [Clean Hydrogen Producers](https://web.archive.org/web/20080705145100/http%3A/www.clean-hydrogen-producers.com/) (CHP) розробила технологію виробництва [водню](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) з води за допомогою [параболічних сонячних концентраторів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80). Площа дзеркал установки становить 93 м². У фокусі концентратора, [температура](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) досягає 2200[°C](https://uk.wikipedia.org/wiki/%C2%B0C). Вода починає розділятися на водень і кисень за температури більш 1700 [°С](https://uk.wikipedia.org/wiki/%C2%B0%D0%A1). За світловий день 6,5 годин (6,5 кВт·год/кв.м.) установка CHP, може розділяти на водень і [кисень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C) 94,9 літрів води. Виробництво водню складе 3800 кг на рік (близько 10,4 кг за день).

[Водень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) може бути збережений на значний час, та використовуватися за потребою, для виробництва електроенергії за допомогою [паливних елементів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), або як паливо для [автотранспорту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82).

**Сонячний транспорт**

 Фотоелектричні елементи можуть встановлюватися на різних транспортних засобах: човнах, [електромобілях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C) і [гібридних автомобілях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C), літаках, [дирижаблях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B6%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D1%8C) тощо.

Фотоелектричні елементи виробляють електроенергію, яка використовується для бортового живлення транспортного засобу, або для [електродвигуна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD) електричного транспорту.

В [Італії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%8F) і Японії фотоелектричні елементи встановлюють на дахи залізничних потягів. Вони проводять електрику для кондиціонерів, освітлення і аварійних систем.

7-8 липня в Швейцарії відбувся тестовий політ літака на сонячних батареях [HB-SIA](https://uk.wikipedia.org/wiki/HB-SIA), який протримався в [повітрі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F) рекордні 26 годин.

## Цікаві факти

* В [Данії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8F) за рахунок сонячної енергії, яка, в основному, використовується для вироблення тепла в приватному секторі, покривається від 1/3 до 3/4 потреби в кожному житловому будинку, а ціна на електроенергію регулюється Міністерством енергетики, і, станом на 2005 рік, становила за курсом до російського рубля 11руб./кВт-г.[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-%D0%9B%D1%8B%D1%81%D1%8B%D1%85-3)
* У [Німеччині](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%87%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0) до 70 % витрат на «соляризацію» будинків, відшкодовує держава. Крім того, вона купує у власників «сонячних дахів» електрику за цінами, що значно перевищують ринкові. Тобто, коли вдень будинок виробляє енергії багато, а споживає мало, її надлишки йдуть в [міську мережу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0) і господар отримує 80 центів за кожну здану кіловат-годину. Вночі ж він сам купує електрику в тій же самій мережі, але вже по 20 центів за кВт год. У країні обладнають сонячними елементами по 0,5 млн квадратних метрів дахів на рік.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1)
* В [Австралії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%8F) вже понад 19 років проводяться щорічні перегони на сонячних електромобілях на трасі між містами [Дарвін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%80%D0%B2%D1%96%D0%BD_%28%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%29) і [Аделаїда](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%97%D0%B4%D0%B0) (3000 км). У 1990 році компанія «Sanio» побудувала літак на сонячних батареях, який перетнув всю Америку.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1)
* У США діє кілька гібридних сонячно-теплових електростанцій загальною потужністю понад 600 МВт. Вдень вони працюють від сонця, а вночі від [газу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7). Температура пари до 370 С, а тиск — 100 атмосфер.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-{{ISSN|1990-9187}}-1)
* У СРСР перша промислова [сонячна електростанція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) [СЕС-5](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%95%D0%A1-5) була побудована в Криму 1985 року, близько міста [Щолкіне](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A9%D0%BE%D0%BB%D0%BA%D1%96%D0%BD%D0%B5). Вона мала потужність 5 МВт, тобто таку ж, як і перший ядерний реактор. За 10 років роботи вона дала 2000000 кВт год. електроенергії. В середині 90-х років її закрили.
* В [Сахарі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0) створюється найбільша в світі сонячна станція. Тут встановлюють 500 тисяч 12-метрових параболічних дзеркал, розташованих в 800 рядів.[[4]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-4)
* 2016 року в українській [Антонівці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B0_%28%D1%81%D0%BC%D1%82%29) на Херсонщині в одній зі шкіл, встановлено першу систему електричних [сонячних батарей](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%80%D0%BA%D0%B0), які за наявності сонця, повністю покривають потреби в електроенергії та опалюванні навчального закладу. Надлишки енергії передаються до централізованої системи і викуповуються державою.[[5]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-5)

**ВІТРОЕНЕРГЕ́ТИКА**

Вітроенерге́тика — галузь [відновлюваної енергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), яка спеціалізується на використанні [кінетичної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) [вітру](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80).

Вітер як джерело енергії є непрямою формою [сонячної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F), і тому належить до [відновлюваних джерел енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5_%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97). Використання енергії вітру є одним із найдавніших відомих способів використання енергії із навколишнього середовища, і було відоме ще в давні часи.

## Загальна характеристика вітроенергетики



7.5 МВт вітротурбіни в [Бельгії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B3%D1%96%D1%8F), липень 2010



Завершені 11 х 7,5 МВт вітрових турбін Enercon E-126 Estinnes в Бельгії, 10 жовтня 2010

Світовим лідером з використання енергії вітру є [Німеччина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%87%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0). Тільки за перші 6 місяців [2001](https://uk.wikipedia.org/wiki/2001) року в ФРН було збудовано 673 нові вітрові електричні установки. Загальна кількість «вітряків» у Німеччині становить понад 10 тисяч, а їх загальна сукупна потужність досягла 6900 МВт. У Нижній Саксонії працює близько 2000 таких установок, які виробляють близько 8% електроенергії. Розроблено проект, згідно з яким у 2004–2005 роках почалося будівництво чотирьох промислових вітрових парків у Балтійському морі і десятьох — у Північному. Перші експериментальні станції з'явилися у морі на насипних островах у 2003 році. До 2010 року частка екологічно чистої енергії в енергетичному балансі Німеччини може зрости до 10 відсотків. В Данії близько чверті електроенергії отримують на ВЕС.

Станом на кінець [2007](https://uk.wikipedia.org/wiki/2007) р., загальна потужність встановлених вітрових турбін у світі становила 94.1 [гігават](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82)[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-gwec-2). Не зважаючи на те, що отримана електрична енергія становить 1% від обсягу споживання електричної енергії у світі,[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-3) приблизно 19% виробленої в [Данії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8F) електричної енергії отримано від енергії вітру, 9% в [Іспанії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8F) та [Португалії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%8F), 6% в [Німеччині](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%87%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0) та [Ірландії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%80%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%96%D1%8F) (дані за 2007 рік). В глобальному вимірі, виробництво електричної енергії на основі енергії вітру зросло в п'ять разів від 2000 до 2007 року[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-gwec-2).

Станом на кінець 2014 року на вітроелектрогенерацію ЄС припадало 128,8 ГВт встановлених потужностей із 134,0 ГВт всього в Європі[[5]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-5) (106,0 ГВт та 109,6 ГВт відповідно для 2012 року). Дані потужності забезпечують майже 10% виробництва електроенергії [Євросоюзу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%8E%D0%B7).[[6]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-GEWA-6) В таких країнах як [Данія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%8F) та [Шотландія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BE%D1%82%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%96%D1%8F) вітрогенерація виробляє більше третини електроенергії.

У Данії в 2015 році вітрогенерація забезпечила 42,1% споживання електроенергії, в порівнянні із 39,1% у попередньому році[[7]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-7).

У Португалії в 2014 році вітрогенерація забезпечила 25,7% споживання електроенергії, що практично збіглося з рівнем попереднього року. За 2014 р. було встановлено 222 МВт потужностей, тоді як у 2013 році цей показник становив 184 МВт[[8]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-8)[[9]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-9)[[10]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-10). Майже 100% потужностей вітроенергетики Португалії відносяться до наземних. У 2015 році Євросоюз виділив 30 млн. євро на створення експериментальної плаваючої вітроелектростанції потужністю 25 МВт[[11]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-11).

В Ірландії в 2015 році вітрогенерація забезпечила 23% споживання електроенергії[[12]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-12), в порівнянні із 17,7% у попередньому році. За 2014 р. було встановлено 222 МВт потужностей, тоді як у 2013 році цей показник становив 343 МВт[[13]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-:0-13). Станом на березень 2015 року майже 99% потужностей вітроенергетики Ірландії відносилось до наземних.

В Іспанії в 2015 році вітрогенерація забезпечила 19% споживання електроенергії[[14]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-14), що дещо менше, ніж в попередньому році, коли її частка склала 21%[[15]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-15). Після проведеної у 2014 році реформи, яка внесла суттєві зміни до правил субсидіювання галузі, зростання вітроенергетики в Іспанії фактично зупинилось. Так, за 2014 р. було встановлено лише 27 МВт потужностей (близько 0,12% від загальної досягнутої потужності 22986 МВт), а у першій половині 2015 р. введення нових потужностей взагалі не відбувалось. Представники галузі покладають сподівання на запланований урядом тендер на заміну та встановлення нових вітрогенеруючих потужностей обсягом 500 МВт, умови якого повинні були бути оголошені у другій половині 2015 року[[16]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-16). Подібні тендери мають започаткувати нову модель розвитку вітроенергетики, якій за оцінкою іспанського міністерства енергетики необхідно встановити не менше 4553 МВт потужностей до 2020 року для досягнення поставлених цілей з використання відновлюваних джерел енергії[[17]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-17). Майже 100% потужностей вітроенергетики Іспанії відносяться до наземних. У 2014 році Євросоюз виділив 67 млн. євро на створення двох експериментальних плаваючих вітроелектростанцій потужністю 51 МВт[[18]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-18).

У Німеччині в 2015 році вітрогенерація забезпечила 13,3% виробництва електроенергії, в порівнянні із 8,9% у попередньому році[[19]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-19). За 2014 р. було встановлено 5279 МВт потужностей, тоді як у 2013 році цей показник становив 3278 МВт[[13]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-:0-13). У першій половині 2015 р. обсяг встановлення наземних вітрогенераторів впав на третину, що пояснювалось високою порівняльною базою аналогічного періоду попереднього року, коли на галузь суттєвий вплив мало бажання встигнути до запровадження у серпні 2014 року серйозних змін у моделі субсидіювання[[20]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-20). Усього за підсумками 2015 р. було встановлено 3730 МВт наземних установок, що на 21,3% менше ніж в 2014р[[21]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-21). Втім, загальний обсяг нових вітроенергетичних потужностей перевищить показники попереднього року, оскільки оффшорні проекти забезпечили за перші сім місяців 2015 р. рекордний приріст потужностей на 1770 МВт (в той же час, станом на кінець 2014 р. на оффоршну складову поки припадало лише 2,5% потужностей). Наразі в Німеччині відбувається реформа вітроенергетики, яка передбачає перехід до північноамериканської системи тендерів. Очікується, що нові умови розвитку галузі будуть встановлені у 2016 році[[22]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-22).

У Великій Британії в 2015 році вітрогенерація забезпечила 11% виробництва електроенергії, в порівнянні із 9,5% у попередньому році. За 2015 р. було встановлено 1464 МВт потужностей, що незначно менше ніж у 2014 році, коли цей показник становив 1499 МВт. Разом з тим, 72% встановлених потужностей у 2015 р. прийшлось на оффшорні вітроелектростанції в порівнянні із 36% за 2013-2014 рр.При цьому оффшорна складова вітроенергетики забезпечила у 2015 р. 47% виробництва при 42% у 2014 р.[[23]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-23). Британський уряд планує в рамках реформ, спрямованих на переведення відновлюваної енергетики на самоокупність, припинити з квітня 2016 р. субсидіювання наземної вітроенегетики[[24]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-:1-24) та наголошує на підтримці розвитку оффшорних вітроелектростанцій[[24]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-:1-24). Такі плани викликали занепокоєння в Шотландії, яка задекларувала наміри досягнути до 2020 року 100%-го виробництва електроенергії з відновлюваних джерел[[25]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-25). Для цього суттєве значення має шотландська вітроенергетика, майже всі потужності якої відносяться до наземної складової (5131 МВт або 96% станом на березень 2015 року[[26]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-26)) та на яку в 2014 році прийшлось 30% виробництва електроенергії[[27]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-27). В той же час, Шотландія має наміри розвивати й оффшорну вітроенегетику, зокрема, у 2017 р. очікується встановлення плаваючої вітроелектростанції потужністю 30 МВт[[28]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-28).

Вітроенергетика, галузь [економіки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0) яка бурхливо розвивається в США. В 2012 році 41,6% зі всіх новозбудованих потужностей електрогенерації, становили ВЕС.[[30]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-30) Ще 14,4% [СЕС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), [ГЕС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%95%D0%A1), [Біогазові](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%B7) станції. Станом на перше півріччя 2013 року, в США діє найпотужніша вітрова електростанція «Альта» — 1,320 ГВт. Загалом встановлені потужності ВЕС в [2012](https://uk.wikipedia.org/wiki/2012) році сягнули понад 60 ГВт, серед штатів найбільше вітроагрегатів зосереджено в [Техасі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%81) (12,2 ГВт), [Каліфорнії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%D1%8F) (5,5 ГВт), [Айові](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B0) (5,1 ГВт), [Іллінойсі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BB%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%B9%D1%81) (3,6 ГВт). В 2012 році виробництво електроенергії ВЕС становило в 14 разів більше ніж в 2002–140 млрд квт-г. Майже стільки ж виробляє енергосистема такої держави як [Польща](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%89%D0%B0).

Процес будівництва **української вітроенергетики** розпочався у [1996](https://uk.wikipedia.org/wiki/1996) році, коли була зпроектована Новоазовська ВЕС проектною потужністю 50 МВт. 1997 рік— запрацювала [Трускавецька ВЕС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%92%D0%95%D0%A1). В 2000 році в Україні працювало вже 134 турбіни та закладено близько 100 фундаментів під турбіни потужністю 100 кВт. У [1998](https://uk.wikipedia.org/wiki/1998)–[1999](https://uk.wikipedia.org/wiki/1999) роках стали до ладу три нові ВЕС.

|  |
| --- |
| **Встановлена пікова потужність ВЕС України**[[34]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-34)[[35]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-35)**.** |
| **Рік** | **МВт** |
| 2009 | 80 |
| 2010 | 90 |
| 2011 | 120 |
| 2012 | 260 |
| 2013 | 370 |
| 2014 | 420 |

Значне, зростання будівництва вітроелектростанцій спостерігається з [2009](https://uk.wikipedia.org/wiki/2009) року, після запровадження Урядом України [«Зеленого тарифу»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84).

На [2013](https://uk.wikipedia.org/wiki/2013) рік в Україні діють десятки вітроелектростанцій (ВЕС), оснащених як імпортними так й власними вітроагрегатами.

На кінець 2012 року сумарна потужність вітроелектростанцій в Україні вже становила майже 263 МВт. Які протягом 2012 року виробили 288,2 млн кВт-год електроенергії, що в 3,2 рази більше, ніж у попередньому році (89,5 млн кВт-год.)[[36]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-36).

Виробництво національних вітрогенераторів налагоджено на [«Південмаші»](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BC%D0%B0%D1%88) у Дніпропетровську де збудували турбіну потужністю

1,0 МВт, яка встановлена зокрема на [Новоазовській ВЕС](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%92%D0%95%D0%A1). Наразі будівництво вітротурбін також здійснює спільне українське підприємство ТОВ «Фурлендер Віндтехнолоджі», яке володіє ліцензіями на виробництво турбін потужністю 2,05, 2,5та 3,0 МВт й в 2016 році розпочне виробництво однієї з найсучасніших вітроустановок світу зі встановленою потужністю в 3,3 МВт.[[37]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-37)

Досвід експлуатації висвітлив переваги, проте, засвідчив і суттєві вади існуючих [систем енергетики](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F). Так як енергетичні перетворення у системах відбуваються за допомогою масивних рухомих елементів ([роторів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80)), це обумовлює їх високу [інерційність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%86%D1%96%D1%8F) та необхідність періодичного обслуговування протягом всього строку експлуатації.

З іншої сторони, існуючі [енергетичні об'єкти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F), зазвичай, є системами непрямої дії. Вони потребують подвійного і, навіть, потрійного проміжного [перетворення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F)[енергії.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) Наприклад, у [вітряних електростанціях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F)[механічна кінетична енергія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) [водяного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA_%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8) або [повітряного](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F) [потоку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA) спочатку обертається у [кінетичну енергію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) [роторів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80) [гідро](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0)- та [вітротурбін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%B0). Внаслідок перехідних енергетичних [трансформацій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%28%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%29) схеми [електростанцій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F)ускладнюються, і знижується їх виробнича ефективність ([коефіцієнт корисної дії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B4%D1%96%D1%97)).

На додаток, [велетенські енергетичні об'єкти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) породжують суттєві [екологічні проблеми](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC_%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F), зокрема, [викиди парникових газів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B8) і [забруднення довкілля](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B1%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F) у разі використання [викопного органічного палива](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE), запаси якого, до речі, на [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F)швидко скорочуються. Значні капіталовкладення у [фундаментальні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) та[прикладні дослідження](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D1%96_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) дозволили кількісно накопичити нові [знання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), втім, до цього часу не забезпечили якісного прориву у створенні [енергоефективних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) та доступних [систем відновлюваної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0). І в подальшому можливості підвищення енергоефективності [макроскопічних систем](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%B1) будуть звужуватись через невідповідність якості [конструктивних матеріалів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F) умовам їх використання.

Розрахунки свідчать, навіть прогрес у створенні енергетичних[перетворювачів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%87), окремі удосконалення як то [вітротурбінні гідроакумулювальні електростанції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE-%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D1%97_%D0%93%D0%95%D0%A1), [вітротурбінні системи виробництва й постачання тепла населеним пунктам, промисловим та агропромисловим об'єктам](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F) кількісне їх нарощування не в змозі кардинально вирішити назрілі проблеми макроскопічної енергетики в рамках класичних положень[гідромеханіки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0) та [термодинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0).

Вітрові ресурси, які живлять роботу [вітряних електростанцій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F), є також обмеженими і часто [географічно](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F)віддаленими від місць [споживання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F).

Попри те що 18-68 ТВт вітрових ресурсів є технічно досяжними та економічно доцільними для використання, світова частка освоєного [потенціалу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB) на кінець 2018 року становила всього 597 ГВт..

Вочевидь, наявні макроскопічні технології енергетики, у тому числі,[відновлюваної](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0), не милують око різноманіттям і технічними рішеннями. У частини [споживачів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%87) може скластися враження: виробляти [енергію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) означає спалювати [органічне паливо](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE) та рухати [провідникову рамку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA) біля [магніту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82). Такі думки мають під собою певний ґрунт: старі технології, які характерні для енергетики вчорашнього дня, на жаль, збереглися до наших днів. Нові часи потребують і нових [технологій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F). [Енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) як і [Всесвіту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82), що її породив, властиві всі ознаки [нескінченності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D1%81%D0%BA%D1%96%D0%BD%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), але [енергетичні ресурси](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8), на жаль чи на щастя, завжди вичерпні — і ми це побачили на прикладі [викопного органічного палива](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE). Спочатку його [поклади](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BD) здавалися нам безмежними, сьогодні ж за доступ до цих [енергетичних ресурсів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8) ведуться справжні [війни](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8). Водні та вітрові ресурси і, навіть, технологічно досяжні та економічно доцільні ресурси [сонячного випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F), які ми уловлюємо за допомогою існуючих [технологій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F), при уважному розгляді також виявилися не такими безкрайніми, як спершу здалося. [Клімат](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82) на [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F), як і вся [природа](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0). перероджується. [Ріки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0) змінюють своє [русло](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D1%87%D0%B8%D1%89%D0%B5), міліють або ж і повністю пересихають. Уловлювати[вітер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80) завжди було складно, а тепер ми чекаємо його кожного подиху інколи [тижнями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C) і [місяцями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%8F%D1%86%D1%8C_%28%D1%87%D0%B0%D1%81%29).

Наші можливості визначаються доступною нам [енергією](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F), вони ж нею і обмежені, потреби в енергії зростає і зростатимуть надалі. Для того щоб задовольнити потреби суспільства в [електричній енергі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F)ї, існуючих [ресурсів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8), вочевидь, недостатньо. Не відповідають вони повною мірою і вимогам [сталого розвитку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA). Магістральним шляхом подолання проблем розвитку [галузі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%83%D0%B7%D1%8C) є удосконалення існуючих та створення принципово нових [технологій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F)виробництва кінцевої [електричної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) із застосуванням глибинних енергетичних [перетворень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F), які б дозволили використовувати новітні [джерела відновлюваної енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%96_%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97) а також раніше технічно недоступний та економічно недоцільний енергетичний потенціал.

**ГЕОТЕРМА́ЛЬНА ЕНЕРГЕ́ТИКА**

Геотерма́льна енерге́тика — промислове отримання енергії, зокрема електроенергії, з гарячих джерел, термальних підземних вод.

Сьогодні близько 90 країн світу мають значний потенціал для виробництва тепла й електрики, 24 з них використовують геотермальні технології на практиці. Сумарна потужність діючих ГеоТЕС (теплових) і ГеоЕС (електричних) у світі становить близько 85 ГВт, з яких приблизно 15 % припадає на виробництво електрики, а решта — на виробництво теплової енергії.

Геотермальна енергія (природне тепло [Землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%8F)), акумульована в перших десятьох кілометрах [Земної кори](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0), за оцінкою МРЕК-ХІ досягає 137 трлн т у.п., що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих.

З усіх видів геотермальної енергії мають найкращі економічні показники гідрогеотермальні ресурси — [термальні води](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8), пароводяні суміші і природна пара.



Геотермальна станція [Крафла](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%BB%D0%B0&action=edit&redlink=1) в Ісландії

Гідрогеотермальні ресурси, які використовуються на сьогодні практично, складають лише 1 % від загального теплового запасу надр. Досвід показав, що перспективними в цьому відношенні варто вважати райони, в яких зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, колекторські властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води чи пари, а склад мінеральної частини термальних вод не створює додаткових труднощів по боротьбі із солевідкладеннями і кородуванням устаткування.

Аналіз економічної доцільності широкого використання термальних вод показує, що їх варто застосовувати для опалення і гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських і промислових підприємств, для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів і ін. Гідрогеотермальні ресурси, придатні для одержання електроенергії, становлять 4 % від загальних прогнозних запасів, тому їхнє використання в майбутньому варто пов'язувати з теплопостачанням і теплофікацією місцевих об'єктів.

Геотермальна енергія з успіхом використовується в [Росії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%96%D1%8F), [Грузії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%B7%D1%96%D1%8F), [Ісландії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%96%D1%8F), [США](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%A8%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8_%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8).

Перше місце по виробленню електроенергії з гарячих гідротермальних джерел займає США. У долині Великих Гейзерів (штат Каліфорнія) на площі 52 км² діє 15 установок, потужністю понад 900 МВт.

«Країна льодовиків», так називають [Ісландію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%96%D1%8F), ефективно використовує гідротермальну енергію своїх надр. Тут відомо понад 700 термальних джерел, які виходять на земну поверхню. Близько 60 % населення користується геотермальними водами для обігріву житлових приміщень, а в найближчому майбутньому планується довести це число до 80 %. При середній температурі води 87°С річне споживання енергії гарячої води становить 15 млн. ГДж, що рівноцінно економії 500 тис. т кам'яного вугілля на рік. Крім того, ісландські теплиці, в яких вирощують овочі, фрукти, квіти і навіть банани, споживають щорічно до 150 тис. м3 гарячої води, тобто понад 1,5 млн. ГДж теплової енергії.

Середній потік геотермальної енергії через земну поверхню становить приблизно 0,06 Вт/м² при температурному градієнті меншому ніж 30 градусів С/км. Однак є райони зі збільшеними градієнтами температури, де потоки складають приблизно 10-20 Вт/м², що дозволяє реалізовувати геотермальні станції (ГеоТЕС) тепловою потужністю 100 МВт/км² та тривалістю експлуатації до 20 років.

Якість геотермальної енергії невелика і краще її використовувати для опалення будівель та попереднього підігріву робочих тіл звичайних високотемпературних установок. Також використовують це тепло для ферм по розведенню риби та для теплиць. Якщо тепло з надр виходить при температурі більше 150 °C, то можна говорити про виробництво електроенергії. Побудовано ГеоТЕС на [Філіппінах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%BF%D0%BF%D1%96%D0%BD%D0%B8) потужністю більше 900 тис. кВт.

Масштаб використання геотермальної енергії визначають декілька факторів: капітальні витрати на спорудження свердловин, ціна яких зростає зі збільшенням глибини. Оптимальна глибина свердловин 5 км. Геотермальні води використовують двома способами: фонтанним (теплоносій викидається в навколишнє середовище) та циркуляційним (теплоносій закачується назад в продуктивну товщу). Перший спосіб дешевше, але екологічно небезпечний, другий дорожчий, але забезпечує збереження навколишнього середовища.

Можна здійснювати разом з добуванням тепла і добування хімічних елементів та сполук з розсолів, як на дослідному заводі в [Дагестані](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD), де добувають сполуки [магнію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D0%B9), [літію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%82%D1%96%D0%B9) та [брому](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%BC).

До категорії гідротермальних конвективних систем відносяться підземні басейни пари чи гарячої води, які виходять на поверхню з землі, утворюючи [гейзери](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%B9%D0%B7%D0%B5%D1%80), [фумароли](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B8), озера багнюки тощо. Їх використовують для виробництва електроенергії за допомогою методу, що ґрунтується на використанні пари, яка утворюється при випаровуванні гарячої води на поверхні.

Іншим методом виробництва електроенергії на базі високо- та середньотемпературних геотермальних вод є використання процесу із застосуванням двоконтурного (бінарного) циклу. В цьому процесі вода, отримана з басейну, використовується для нагрівання теплоносія другого контуру ([фреону](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%BD) чи [ізобутану](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B0%D0%BD)), котрий має меншу температуру кипіння. Установки, що використовують фреон як теплоносій другого контуру, зараз підготовлені для діапазону температур 75—150°С і при одиничній потужності 10—100 кВт.

Також є розробки по отриманню теплової енергії зі штучно утворених тріщин в гарячих сухих породах.

Є також розробки по використанню геотепла з використанням газо- або нафтодобувних свердловин на останній стадії їх експлуатації[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-2) В Україні значні запаси геотермальної енергії є в нафтогазових свердловинах, пробурених в області [Дніпровсько-Донецької западини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE-%D0%94%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0)[[3]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-3)

Геотермальні системи, де в зонах зі збільшеним значенням теплового потоку розташовуються глибокозалягаючий осадовий басейн (Угорський басейн), температура води — 100 °C.

### Переваги і недоліки геотермальної енергії



Принципова схема роботи [геотермальної електростанції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F). (А) — перший (паровий) контур; (В) — другий контур (на ізобутані); 1- експлуатаційна свердловина, 2- сепаратор вода/пара, 3- парова турбіна, 4- теплообмінник, 5- насос закачки, 6- нагнітальна свердловина, 7- перегрівач, 8- турбіна на ізобутані, 9- повітряний/водяний конденсатор, 10- конденсатозбірник, 11- насос

**Переваги:**

1. Геотермальну енергію отримують від джерел тепла з великими температурами.
2. Вона має декілька особливостей:
	* температура теплоносія значно менша за температуру при спалюванні палива;
	* найкращий спосіб використання геотермальної енергії — комбінований (видобуток електроенергії та обігрів).

**Недоліки:**

1. низька термодинамічна якість;
2. необхідність використання тепла біля місця видобування;
3. вартість спорудження свердловин виростає зі збільшенням глибини.

Це джерело характеризується різноплановим впливом на природне середовище. Так в атмосферу надходить додаткова кількість розчинених в підземних водах сполук сірки, бору, мишяка, аміаку, ртуті; викидається водяна пара, збільшуючи вологість; супроводжується акустичним ефектом; опускання земної поверхні; засолення земель.