

ЄВРОПЕЙСЬКА ОФШОРНА МЕРЕЖА З ВІТРОВИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ

Проблематика Зростання споживання електроенергії та зміна кліматичних умов ставлять перед суспільством виклик забезпечення сталого та екологічно чистого виробництва електроенергії. Для багатьох країн, особливо у Європейському Союзі, перехід до стійких та екологічно чистих джерел енергії став пріоритетом.

Мета дослідження Загальний огляд та аналіз тенденцій розвитку мережі офшорних вітрових електростанцій, розташованих у відкритому морі на континентальному шельфі європейських країн.

Методика реалізації В роботі для дослідження використано стратегію розвитку єдиної європейської офшорної мережі з вітровими електростанціями. Дослідження ефективності та переваг офшорних електростанцій виконано у варіативності передових країн Євросоюзу.

Результати дослідження Наведено огляд електроенергетичної галузі європейських країн, які проводять активну політику у сфері офшорної енергетики. Наведена статистика щодо генерації енергії вітру, кількості та розвитку вітроустановок в Європі. Розглянуто основні проекти, які реалізовані або знаходяться у процесі підготовки. Виконано аналіз заходів, які запроваджуються Євросоюзом до збільшення використання вітрової енергії та зменшення залежності від традиційних джерел енергії та досягнення карбованої нейтральності.

Висновки Європейська офшорна мережа з вітровими електростанціями стала визначною складовою сталого енергетичного розвитку в регіоні. Статистика розвитку офшорної вітроенергетики вказує на те, що країни Європи активно працюють над розвитком цього сектора, вкладаючи значні зусилля та ресурси.

Ключові слова: офшорна мережа, зелена енергія, кліматична нейтральність, відновлювальна енергія, карбована нейтральність

Вступ У сучасному світі зростання споживання електроенергії та зміна кліматичних умов ставлять перед суспільством виклик забезпечення сталого та екологічно чистого виробництва електроенергії. Для багатьох країн, особливо у Європейському Союзі, перехід до стійких та екологічно чистих джерел енергії став пріоритетом.

Процес декарбонізації електроенергетики в Європі відбувається на високих темпах. Дві третини електроенергії вироблено в Європі протягом 2021 року, без викидів вуглецю. Частка відновлюваних джерел енергії становить 40 % від загального обсягу виробництва, тоді як виробництво електроенергії на основі копалин зменшилось на 18 %. Темп зниження виробництва на вугільних електростанціях випереджають траєкторію європейської довгострокової стратегії [1].

До 2030 року кількість країн Євросоюзу, у яких не буде вугільної генерації, зросте до 21. Така тенденція буде продовжуватись і надалі. До 2030 року ЄС планує виробляти до 80 % без використання земних копалин. При цьому 60 % електрики буде вироблятися на основі ВДЕ [2].

Одним із ключових напрямків ЄС є створення єдиної офшорної мережі з вітровими електростанціями. Плани Євросоюзу на майбутні роки щодо розвитку офшорної вітроенергетики є досить значними. Головна задача - це створення Об'єднаної офшорної вітроелектростанції. Цей амбіційний проект передбачає співпрацю країн-членів Євросоюзу для побудови мережі офшорних вітроелектростанцій на Європейському континенті, зокрема, в Північному морі [3].

Офшорні вітрові електростанції - це електростанції, розташовані у відкритому морі, на континентальному шельфі від бережжя країни. Вони відрізняються від електростанцій на суші своїм розташуванням та технічними особливостями. Офшорні вітрові електростанції використовуються для генерації електроенергії за допомогою вітрових турбін, які приводять генератори в рух і перетворюють кінетичну енергію вітру на електричну енергію. Офшорні вітроелектростанції мають кілька переваг порівняно з ландшафтними вітроелектростанціями, розташованими на суші. Вітрові потоки на морі часто стабільніші та сильніші, що дозволяє генерувати більше електроенергії. Крім того, морські вітроелектростанції можуть бути розміщені на значній відстані від берега, що усуває обмеження на доступну площу для їх розміщення. Вони також можуть бути розміщені на відкритому морі, де вітряні

потоки більш постійні і немає перешкод, таких як будівлі або гірські хребти. Однак, будівництво та експлуатація офшорних вітроелектростанцій є складними технологічними та фінансовими проектами. Вимагається спеціалізована техніка та конструкції, які можуть витримувати суворі умови морського середовища, такі як сильні вітри, хвилі та корозія. Вартість будівництва та обслуговування офшорних вітроелектростанцій також може бути значною.

Мета та завдання Загальний огляд та аналіз тенденцій розвитку мережі офшорних вітрових електростанцій, розташованих у відкритому морі на континентальному шельфі європейських країн.

Матеріал і результати досліджень Офшорні вітрові електростанції мають значний потенціал для розвитку. Багато країн активно інвестують у будівництво офшорних вітроелектростанцій для забезпечення сталого джерела електроенергії та створення робочих місць у сфері вітроенергетики. Зокрема, Європейський союз встановив амбіційні цілі щодо розвитку офшорної вітроенергетики і планує значно збільшити її виробництво до 2030 року.

Основна мета Євросоюзу полягає у забезпеченні стійкого та безпечного енергетичного майбутнього для своїх громадян. Ініціатива створення Європейської офшорної мережі з вітровими електростанціями відображає поєднання багатьох стратегічних цілей.

По-перше, Євросоюз прагне забезпечити диверсифікацію своїх джерел енергії та зменшення залежності від викопних енергоносіїв, таких як вугілля та нафта. Використання вітрової енергії дозволяє знизити викиди парникових газів та сприяє переходу до чистих та відновлюваних джерел енергії.

По-друге, Євросоюз прагне створити нові робочі місця та підтримати економічний розвиток у сфері вітрової енергетики. Розробка, будівництво та експлуатація офшорних вітроелектростанцій створюють робочі місця на всіх етапах процесу, включаючи проектування, виробництво обладнання, будівництво та обслуговування.

По-третє, Євросоюз прагне досягти своїх цілей зменшення викидів парникових газів та боротьби зі зміною клімату. Офшорні вітроелектростанції є ефективним способом виробництва енергії без викидів парникових газів, що сприяє зменшенню впливу на клімат та покращенню якості навколишнього середовища.

Євросоюз має амбітну мету досягти карбонової нейтральності до 2050 року, що означає значний зниження викидів парникових газів та залучення до 80 % відновлюваної енергії.

Офшорна мережа з вітровими електростанціями відіграє важливу роль у досягненні цих цілей, маючи низку позитивних переваг (табл. 1).

Розвиток офшорних вітрових електростанцій в Європі є однією з ключових галузей відновлюваної енергетики, і країни Європи проводять активну політику щодо їх розвитку. Основні напрямки політики по країнах можна узагальнити наступним чином. [4]

Данія: Данія є піонером у галузі офшорних вітрових електростанцій. Вона довгий час займається будівництвом та експлуатацією офшорних станцій і має значні досвід інтеграції вітроенергетики в енергетичну систему.

Велика Британія: Велика Британія є лідером у встановленні офшорних вітроелектростанцій в Європі. За даними 2021 року, загальна потужність їх офшорних проектів становила близько 10,4 ГВт. Офшорний вітропарк Hornsea у Великій Британії є найбільшим офшорним вітропарком у світі. Його загальна потужність становить 6ГВт. Офшорний вітропарк Rampton, який розташований на узбережжі Великої Британії, має потужність 400 МВт. [5]

Нідерланди: Нідерланди також активн просувають розвиток офшорних вітрових електростанцій. Вони відомі своїми інноваційними технологіями та досвідом у галузі будівництва плавучих вітроелектростанцій. За даними 2021 року, загальна потужність офшорних проектів в Нідерландах складала близько 2,5 ГВт. У Нідерландах знаходиться офшорний вітропарк Borssele, який є одним з найбільших офшорних вітропарків в Європі. Його потужність складає 1,5 ГВт. У серпні 2022 в Нідерландах, біля м. Амстердам, було офіційно введено в експлуатацію найбільший наземний вітровий парк Zeewolde, який складається з 83 вітрогенераторів загальною потужністю 320 МВт [5,6]

Німеччина: Німеччина є однією з провідних країн у розвитку офшорних вітрових електростанцій. У 2021 році їх загальна потужність становила близько 7,7 ГВт [5].

На рис. 1 подана карта генерації, яка відображає загальний рівень потужності генерації вітрової енергії в Європі. З даних на карті видно, що Данія являється лідером у виробництві вітрової енергії, де більшість електроенергії генерується саме від вітру (58,2 %). Литва (36,9 %) та Ірландія (35,6 %) також значно перевищують інші європейські країни у виробництві електроенергії за рахунок вітру. Німеччина має частку вітрової енергії, яка складає 22,9 %. Порівняно з країнами зі схожими показниками Німеччина має значно коротшу узбережну лінію і знижені вітрові умови. Підвищене виробництво вітрової

електроенергії в Німеччині переважно зумовлене значним прагненням бути екологічною країною без використання ядерної енергії [7].

Табл. 1. Переваги офшорної мережі з вітровими електростанціями

№	Перевага	Характеристика
1	Великий потенціал енергії	Офшорні вітроелектростанції мають великий потенціал виробництва енергії за рахунок сильних та стабільних вітрів у відкритих морських просторах. Вони можуть надати значний обсяг чистої енергії для використання в Європейському союзі
2	Мінімальний вплив на земельні ресурси	Офшорні вітрові електростанції розташовуються у відкритому морі, що дозволяє уникнути використання цінних земельних ресурсів на берегах або в сільськогосподарських районах. Це особливо важливо в щільно заселених регіонах
3	Мінімізація впливу на ландшафт і біорізноманіття	Офшорні вітрові електростанції мають мінімальний вплив на ландшафт, оскільки розташовуються в морській зоні. Це дозволяє зберегти природні області і збереження біорізноманіття
4	Стимулювання досліджень та інновацій	Розвиток офшорних вітрових електростанцій сприяє інтенсифікації досліджень і технологічних інновацій у сфері вітрової енергетики. Це сприяє покращенню технологій, збільшенню ефективності та зниженню вартості виробництва вітрових електростанцій
5	Сталість та довгострокова енергетична перспектива	Офшорні вітрові електростанції забезпечують стале виробництво електроенергії і мають потенціал стати надійним джерелом зеленої енергії на довгий термін. Вони використовують безмежний потенціал вітру, що забезпечує сталість постачання електроенергії незалежно від коливань цін на викопні палива

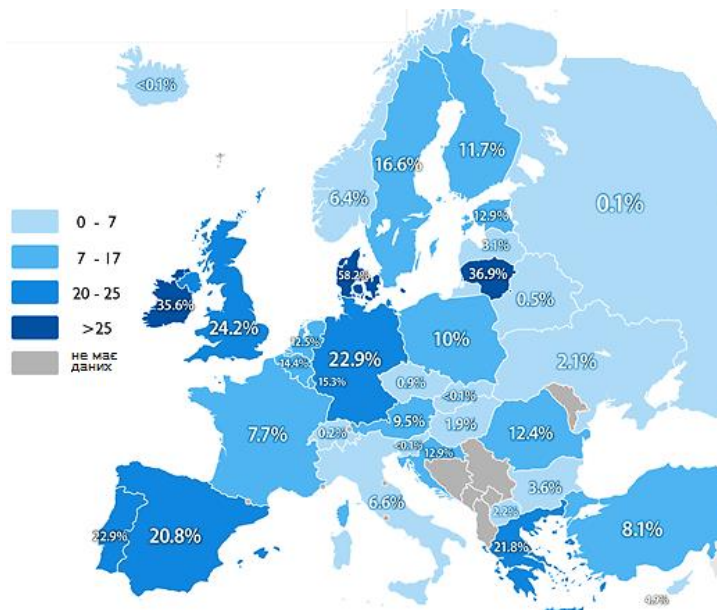


Рисунок 1 - вітрова потужність у відсотках до повної генерації країн Євросоюзу станом на 2021 рік

Реалізація плану Об'єднаної офшорної вітроелектростанції потребує спільних зусиль країн-членів Євросоюзу та компаній, спеціалізованих у вітровій енергетиці. Наразі в розробці плану Об'єднаної офшорної вітроелектростанції в Євросоюзі беруть участь кілька провідних компаній.

Одна з них - Orsted, датська компанія, яка вже має значний досвід у будівництві та експлуатації офшорних вітроелектростанцій. Датська компанія Orsted, раніше відома як DONG Energy, є світовим лідером у галузі офшорної вітрової енергетики. Компанія має значний досвід у розробці та будівництві офшорних вітроелектростанцій, включаючи інноваційні проекти, такі як Hornsea Project One - найбільша офшорна вітроелектростанція у світі [8].

Ще одна компанія, яка активно займається розробкою офшорних вітроелектростанцій, Siemens Gamesa. Вона є одним з провідних виробників вітроенергетичного обладнання у світі та володіє технологіями, що використовуються для будівництва великих офшорних вітроелектростанцій.

Vestas - компанія, що спеціалізується на розробці, виробництві та інсталяції вітроустановок. Вона вже має значний досвід в розробці офшорних вітроелектростанцій та впровадженні проектів в Європі та інших регіонах світу.

Додатково, залучення інших компаній індустрії вітрової енергетики, таких як General Electric, Nordex Group та MHI Vestas, безумовно відіграє важливу роль у розвитку офшорної мережі.

Аналіз планів та статистики офшорних вітроелектростанцій у Євросоюзі свідчить, що 9 країн сусідів планують перетворити Північне море на спільну "зелену електростанцію". Проект для Північного моря потужність у 20 ГВт це лише початок. У вересні 2022 році міністри енергетики країн-членів Європейського Союзу: Бельгії, Данії, Німеччини, Ірландії, Люксембургу, Нідерландів, Франції, Швеції, а також Норвегії, яка має тісні зв'язки з ЄС у багатьох сферах, узгодили та оприлюднили в Дубліні дуже амбіційний інвестиційний план [9], згідно якого вже до 2030 року потужність вітропарків у Північному морі збільшиться майже в чотири рази - до 76 ГВт, до 2040 року вона досягне 138 ГВт, а до 2050 року, коли в Європейському Союзі планують досягти кліматичної нейтральності, вона повинна досягти 260 ГВт.

Також у 2022 політичні лідери всіх прибережних країн Балтійського моря (крім росії) досягли подібних угод у Копенгагені: знову ж таки Німеччини і Данії, береги яких омивають обидва моря, а також Латвії, Литви, Польщі, Фінляндії, Швеції та Естонії. Поки Балтика значно відстає від Північного моря у сфері вітроенергетики, тому темпи будівництва вітропарків тут будуть вищими у найближчі роки. До 2030 року планується збільшити наявні потужності у сім разів і привести їх до приблизно 20 ГВт, які вже встановлені на північноморському шельфі. До 2050 року цей показник повинен зрости до 93 ГВт.

Паралельно з цими багатосторонніми угодами Німеччина і Данія також підписали двосторонню угоду про реалізацію проекту Bornholm Energy Island. Вона передбачає спільне будівництво вітропарків біля датського острова Борнхольм до 2030 року з потужністю близько 3 ГВт, які будуть з'єднані з енергетичними мережами як Данії, так і Німеччини.

На рис. 2 подано тенденцію будівництва вітроустановок з 2013 по 2022 рік у Європі. Таким чином у 2022 році нові вітрові установки в Європі склали 19,1 ГВт (16,7 ГВт на суходолі та 2,5 ГВт на морі). Цей рік був рекордним для Європи зі зростанням потужності установок на 4 % порівняно з попереднім роком. Однак установки не відповідали реалістичному сценарію очікувань від 2021 року на 12 % і значно відстали від показників, необхідних для досягнення цілей Європи у сфері клімату та навколишнього середовища [10].

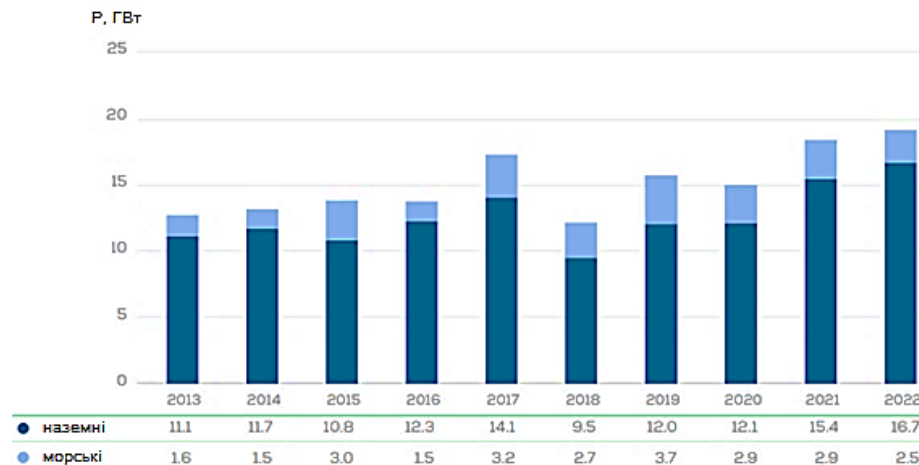


Рисунок 2 - тенденція введення потужності наземної та морської генерації в Європі по рокам.

На рис.3 наведено кількісні показники потужності введеної за 2022 рік у країнах Європи. Аналіз гістограми свідчить, що Німеччина, Швеція та Фінляндія спорудили найбільше вітрових електростанцій на суходолі. Майже половина офшорних установок були встановлені у Великій Британії, а Франція встановила свою першу велику офшорну вітроелектростанцію.

Планується введення в Європі нових вітроелектростанцій загальною потужністю 129 ГВт протягом періоду 2023...2027 років, з яких 98 ГВт буде встановлено в 27 країнах ЄС. Три чверті нових потужностей, доданих протягом 2023...2027 років, будуть знаходитися на суходолі. Очікується, що ЄС в середньому буде вводити 20 ГВт нових потужностей вітроелектростанцій щорічно протягом періоду 2023...2027 років.

Щоб досягти цієї мети до 2030 року, ЄС повинен вводити в середньому понад 30 ГВт нових вітроелектростанцій щорічно (рис.4).

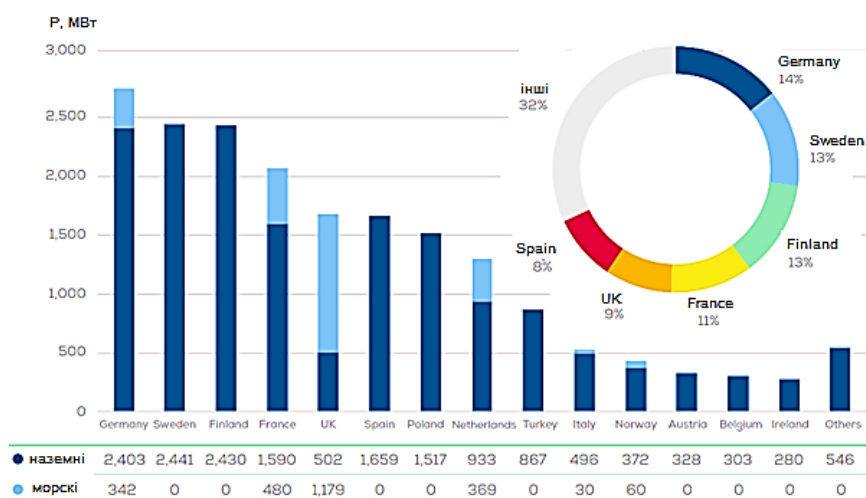


Рисунок 3 - введення нових потужностей в країнах Європи

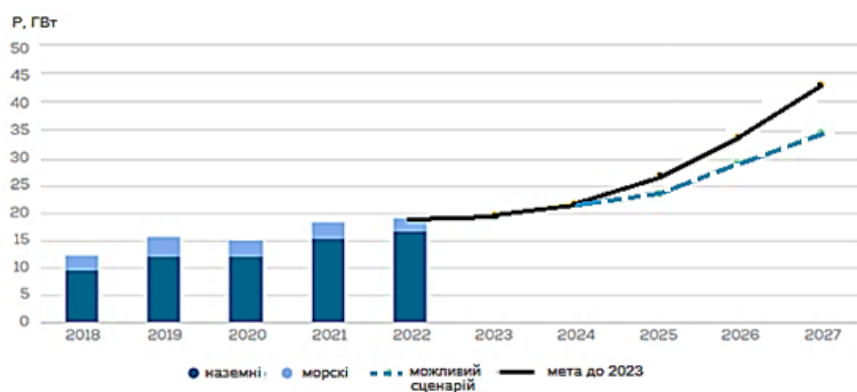


Рисунок 4 - плани введення потужності генерації на період до 2030 року за сценарієм WindEurope

Євросоюз планує розширювати обсяги виробництва вітроенергії та збільшувати потужність офшорних вітроелектростанцій. Згідно зі стратегією "Зелений курс" [11], Європейська комісія встановила амбіційну мету до 2050 року - досягти кліматичної нейтральності та забезпечити 100 % використання відновлювальної енергії. Для досягнення цих цілей заплановано розвиток більш як 60 ГВт офшорних вітроелектростанцій до 2030 року. Це передбачає значне збільшення виробничих потужностей та обсягів інвестицій у вітрову енергетику.

Реалізація проєкту "Європейська офшорна мережа з вітровими електростанціями" потребує декількох кроків та спільних зусиль Європейського союзу в наступних напрямках:

– *Розробка стратегічного плану:* Європейський Союз повинен розробити стратегічний план, який визначатиме основні мети та кроки для створення офшорної мережі з вітровими електростанціями. Цей план має враховувати технологічні аспекти, енергетичну інфраструктуру, фінансування та правові рамки.

– *Залучення країн-членів:* ЄС повинен сприяти активній участі країн-членів у проєкті, встановлюючи стимули та спільні правила. Залучення регіональних урядів, місцевих органів влади та зацікавлених сторін також може бути корисним для забезпечення широкої підтримки та сприяння реалізації проєкту.

– *Фінансування:* Необхідне значне фінансування для розробки та встановлення вітрових електростанцій. ЄС може використовувати свої фонди, такі як Європейський фонд зеленої справедливості або Інструмент збільшення доступності, щоб сприяти фінансуванню проєкту.

– *Технологічний розвиток:* ЄС повинен сприяти дослідженням та розвитку нових технологій для вітрової енергетики. Це може включати підтримку наукових досліджень, інноваційних стартапів та співпрацю з промисловими партнерами для розробки ефективних вітрових технологій та систем зберігання енергії.

– *Інфраструктура та трансграничне сполучення*: Європейська офшорна мережа з вітровими електростанціями потребує розвитку відповідної інфраструктури, включаючи морські кабелі, підстанції та інші з'єднувальні системи. ЄС має сприяти розвитку трансграничних сполучень та створенню правових рамок для спільного використання інфраструктури між країнами.

– *Законодавство та регулювання*: Європейський Союз повинен встановити відповідні норми та стандарти для офшорних вітрових електростанцій, включаючи правила з екологічної стійкості, безпеки та енергоефективності.

– *Залучення громадськості*: Важливо залучити громадськість до процесу планування та реалізації проекту, проводячи консультації, інформаційні кампанії та забезпечуючи прозорість дій. Такий підхід допоможе зменшити можливі конфлікти та отримати широкую підтримку для реалізації проекту.

Висновок

Європейська офшорна мережа з вітровими електростанціями стала визначною складовою сталого енергетичного розвитку в регіоні. Статистика розвитку офшорної вітроенергетики вказує на те, що країни Європи активно працюють над розвитком цього сектора, вкладаючи значні зусилля та ресурси.

Згідно з даними, Данія є лідером в області офшорних вітрових електростанцій, займаючи перше місце за кількістю установлених станцій. Нідерланди та Німеччина також значно відзначаються у цьому напрямку, маючи вражаючі показники розширення офшорних проектів.

Одним з найбільших проектів в Європі є офшорний вітропарк Hornsea в Великій Британії, який має досить значну потужність в 1,2 ГВт. На сьогодні це найбільший офшорний вітропарк у світі, що підкреслює зростаючу роль офшорної вітрової енергетики в регіоні.

На основі розглянутого матеріалу можна стверджувати, що Європейський Союз формує інтенсивні заходи в енергетичній сфері, щоб до 2050 року стати першим вуглецево-нейтральним континентом. Європейський Союз до 2030 року прагне скоротити викиди CO₂ на 55 %. Німеччина планує стати вуглецево-нейтральною до 2045 року.

Наведені дані демонструють неабиякий інтерес країн Європи до розвитку офшорних вітрових електростанцій. Це є підтвердженням зростаючого розуміння необхідності переходу до сталої та відновлюваної енергетики, а також зменшення залежності від традиційних джерел енергії, які негативно впливають на навколишнє середовище.

Щоб досягти цих цілей, Європі потрібне інтенсивне збільшення енергоефективності в промисловості, транспорті та домашніх господарствах. Частка безвуглецевої електроенергії в енергосистемі повинна збільшитися в геометричній прогресії з 20 % сьогодні – до 40..60 % в 2050 році.

Важливим є те, що європейські оператори системи передачі (TSO) намітили сформуванню електричної мережу, яка зможе підтримувати кліматичні амбіції суспільства.

Список використаної літератури

1. Декарбонізація опалення та охолодження — кліматичний імператив. [Retrieved from] <https://www.eea.europa.eu/publications/decarbonisation-heating-and-cooling>
2. REPowerEU: План стрімкого зниження залежності від російського викопного палива і швидкого просування «зеленого переходу» Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/uk/IP_22_3131
3. ENTSO-E's views on offshore development [Retrieved from] <https://www.entsoe.eu/outlooks/offshore-development/>
4. Offshore Wind Energy Market (By Components: Turbines, Electrical infrastructure, Support Structure; By Location: Shallow Water, Transitional Water, Deep Water; By Depth: 0 to ≤ 30 m, 30 to ≤ 50 m, 50 m; By Capacity: Up to 3MW, 3MW to 5MW, Above 5MW) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2022 – 2030 [Retrieved from] <https://www.precedenceresearch.com/offshore-wind-energy-market>
5. Netherlands dethrones UK and Germany as Europe's new wind power king [Retrieved from] <https://www.rechargenews.com/wind/netherlands-dethrones-uk-and-germany-as-europes-new-wind-power-king/2-1-969584>
6. Borssele Alpha offshore grid connection system Retrieved from <https://www.dnv.com/cases/borssele-alpha-offshore-grid-connection-system-163237>
7. WIND ENERGY GENERATION IN EUROPE [Retrieved from] <https://landgeist.com/2022/02/15/wind-energy-generation-in-europe/>
8. Ørsted's renewable-energy transformation [Retrieved from] <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/orsteds-renewable-energy-transformation>
9. Морські вітропарки стануть основною електроенергією Європи [Retrieved from] <https://www.dw.com/ru/morskie-vetroparki-stanut-osnovoj-elektroenergetiki-evropy/a-63140158>
10. Wind energy in Europe: 2022 Statistics and the outlook for 2023-2027 [Retrieved from] <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2022-statistics-and-the-outlook-for-2023-2027/>

11. A European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent [Retrieved from] https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

V. Kyryk¹, Dr. Sc. (Eng.), Prof., ORCID 0000-0003-0419-8934

Y. Shtefyrtsa¹, student, ORCID 0009-0009-5142-603X

¹National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

EUROPEAN OFFSHORE NETWORK WITH WIND POWER PLANTS

Problems The growth of electricity consumption and the change in climatic conditions present society with the challenge of ensuring sustainable and ecologically clean electricity production. For many countries, especially in the European Union, the transition to sustainable and ecologically clean energy sources has become a priority.

Objective A general overview and analysis of trends in the development of the network of offshore wind power plants located in the open sea on the continental shelf of European countries

Methodology of implementation The strategy for the development of a single European offshore network with wind power plants was used for research. The study of the effectiveness and advantages of offshore power plants was carried out in the variability of the advanced countries of the European Union..

Results An overview of the electric power industry of European countries that pursue an active policy in the field of offshore energy is given. The statistics on the generation of wind energy, the number and development of wind turbines in Europe are given. The main projects that have been implemented or are in the process of preparation have been considered. An analysis of the measures introduced by the European Union to increase the use of wind energy and reduce dependence on traditional energy sources and achieve carbon neutrality was performed.

Conclusions The European offshore network with wind power plants has become an important component of sustainable energy development in the region. Statistics on the development of offshore wind energy indicate that European countries are actively working on the development of this sector, investing significant efforts and resources.

Keywords: offshore network, green energy, climate neutrality, renewable energy, carbon neutrality

References

1. Decarbonization of heating and cooling is a climate imperative. [Retrieved from] <https://www.eea.europa.eu/publications/decarbonisation-heating-and-cooling>
2. REPowerEU: A plan for a rapid reduction in dependence on Russian fossil fuels and rapid advancement of the "green transition" [Retrieved from] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/uk/IP_22_3131
3. ENTSO-E's views on offshore development [Retrieved from] <https://www.entsoe.eu/outlooks/offshore-development/>
4. Offshore Wind Energy Market (By Components: Turbines, Electrical infrastructure, Support Structure; By Location: Shallow Water, Transitional Water, Deep Water; By Depth: 0 to ≤ 30 m, 30 to ≤ 50 m, 50 m; By Capacity: Up to 3MW, 3MW to 5MW, Above 5MW) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2022 – 2030 [Retrieved from] <https://www.precedenceresearch.com/offshore-wind-energy-market>
5. Netherlands dethrones UK and Germany as Europe's new wind power king [Retrieved from] <https://www.rechargenews.com/wind/netherlands-dethrones-uk-and-germany-as-europes-new-wind-power-king/2-1-969584>
6. Borssele Alpha offshore grid connection system [Retrieved from] <https://www.dnv.com/cases/borssele-alpha-offshore-grid-connection-system-163237>
7. WIND ENERGY GENERATION IN EUROPE [Retrieved from] <https://landgeist.com/2022/02/15/wind-energy-generation-in-europe/>
8. Ørsted's renewable-energy transformation [Retrieved from] <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/orsteds-renewable-energy-transformation>
10. Morski vitroparky stanut osnovnoiu elektroenerhiieu Yevropy [Retrieved from] <https://www.dw.com/ru/morskie-vetroparki-stanut-osnovnoj-elektroenergetiki-evropy/a-63140158>
11. Wind energy in Europe: 2022 Statistics and the outlook for 2023-2027 Retrieved from <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2022-statistics-and-the-outlook-for-2023-2027/>
12. A European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent Retrieved from
13. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Надійшла: 29.09.2023

Received: 29/09/2023