

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та
охорони довкілля

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Можливості використання вітро- та геліоустановок в окремих
регіонах України

Виконав студент 4 року навчання гр. Е- 41
Напряму підготовки – 6.040106 “Екологія,
охорона навколишнього середовища та
Збалансоване природокористування”
Лопушенко Руслан Валерійович

Керівник к. геогр. н., доц.
Полетаєва Лариса Миколаївна

Рецензент к.е.н., доц.
Дем’яненко Світлана Георгіївна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

«18» квітня 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Лопушенко Руслану Валерійовичу

1. Тема роботи: «Можливості використання вітро- та геліоустановок в окремих регіонах України»

керівник роботи к. г. н., доц. Полетаєва Лариса Миколаївна,

Затверджені наказом закладу вищої освіти № 343-С від “7” грудня 2018 року

2. Строк подання студентом роботи «08» червня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: мапи сонячної інсоляції та середніх швидкостей вітру, законодавчі та нормативні акти, статистична інформація профільних видань та інтернет ресурсів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): розгляд клімато-географічних особливостей території України; розгляд принципів роботи та структури геліо- та вітроустановок; аналіз різних видів геліо- та вітроустановок; переваги та недоліки використання даних установок; встановлення перспективних регіонів України для впровадження та використання геліо-та вітроустановок, найбільш раціональним чином; аналіз тенденції впровадження геліо- та вітроустановок у енергетиці України; розгляд інвестицій спрямованих на впровадження геліо- та вітроустановок.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень):

Встановлена потужність об'єктів відновлюваної електроенергетики, що працюють за «Зеленим тарифом». Прогноз установки сонячних електростанцій у світі на 2019 рік, згідно з звітом «PV Installations tracker Q1 2019». Мапа сонячної інсоляції території України. Мапа середніх швидкостей вітру території України. Структура альтернативної енергетики та тенденція зростання потужностей сонячних електростанцій в Україні. Структура альтернативної енергетики та тенденція зростання потужностей вітряних електростанцій в Україні. Мапа найпотужніших діючих сонячних електростанцій України. Мапа вітряних електростанцій які будуються та проектується в регіонах України, Мапа деградованих земель України, Мапа деградованих територій для ефективної забудови геліо- та вітроустановками згідно з клімато-географічними умовами України.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>Немає</i>		

7. Дата видачі завдання «18» квітня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Альтернативна енергетика у світі</i>	18.04.2019	95	5 (відмінно)
		28.04.2019		
2	<i>Альтернативна енергетика в Україні</i>	29.04.2019	95	5 (відмінно)
		12.05.2019		
	<i>Рубіжна атестація</i>	13.05.2019 - 19.05.2019	95	5 (відмінно)
3	<i>Геліо- та вітроустановки в регіонах України</i>	20.05.2019	95	5 (відмінно)
		25.05.2019		
4	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення електронної версії роботи. Перевірка на наявність плагіату. Складання протоколу та авторського договору.</i>	26.05.2019	95	5 (відмінно)
		03.06.2019		
5	<i>Підготовка паперової версії роботи і презентаційного матеріалу до процедури передзахисту. Внесення коректив. Рецензування роботи. Підготовка до публічного захисту.</i>	04.06.2019	95	5 (відмінно)
		08.06.2019		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95,0	

Студент _____

Лоушенко Р. В.

Керівник роботи _____

Поледаєва Л. М.

АНОТАЦІЯ

Можливості використання вітро- та геліоустановок в окремих регіонах України. Р.В. Лопушенко

Актуальність теми дослідження. Традиційна енергетика України переживає кризу по причині близького до завершення строку експлуатації ядерних реакторів на атомних електростанціях. Тому впровадження установок альтернативної енергетики - це майбутнє енергетики країни.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є оцінка можливості використання геліо- та вітроустановок на території України, знаходження територій для доцільного використання їх під забудову геліо- та вітроустановками. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: дати загальну характеристику території України по таким показникам, як сонячна інсоляція та середні швидкості вітру; визначити найбільш перспективні регіони України для альтернативної енергетики; визначення найбільш доцільних видів геліо- та вітроустановок для використання на території України.

Об'єктом дослідження є клімато-географічні ресурси території України, а *предметом дослідження* – використання геліо- та вітроустановок в окремих регіонах України.

Матеріали і методи дослідження. Порівняльно-географічний та картографічний аналіз територій України. При виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи були використані мапи інсоляції та середніх швидкостей вітру, інформаційно-аналітичні статті та нормативно-правові документи.

Результати дослідження. Територія України має значний потенціал для використання геліо- та вітроустановок. Вітровий потенціал майже в тричі перевищує сонячний. Найбільш перспективними є північно-східні регіони України для обох видів установок. Найбільш доцільно використовувати такі області для геліоустановок як: Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та Кіровоградська. Для вітроустановок це такі області як: Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Донецька та Луганська. Також стоїть відмітити території, які на даний момент часу ніяк не використовуються, а саме еродовані орні землі та Чорнобильська зона відчуження.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань (36 найменувань). Робота містить 34 рисунків. Загальний обсяг роботи - 71 сторінок.

Ключові слова: геліоустановки, вітроустановки, альтернативна енергетика, інсоляція, швидкість вітру, клімато-географічні ресурси.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА У СВІТІ.....	10
1.1 Історія альтернативної енергетики.....	10
1.2 Сучасна альтернативна енергетика.....	11
1.3 Перспективи та нововведення в сфері альтернативної енергетики.....	20
2 АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ.....	31
2.1 Клімато-географічний потенціал України.....	31
2.2 Сучасний стан альтернативної енергетики України.....	32
2.3 Потенціал та перспективи альтернативної енергетики на території України.....	38
2.4 Структура альтернативної енергетики в Україні та її стан.....	41
3 ВІТРО- ТА ГЕЛІОУСТАНОВКИ В РЕГІОНАХ УКРАЇНІ.....	46
3.1 Принцип роботи та структура установок.....	46
3.2 Види вітро- та геліоустановок.....	48
3.3 Переваги та недоліки установок.....	57
3.4 Перспективні регіони та території України.....	61
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

СЕС – сонячна електростанція

ВЕС – вітрова електростанція

ККД – коефіцієнт корисної дії

кВт – кіловат

Вт – ват

МВт – мегават

ГВт – гігават

ВСТУП

В останні роки частка альтернативної енергетики в світі постійно збільшується. На сьогоднішній день практично третина всієї електроенергії генерується за допомогою відновлюваних джерел енергії, основну частку якої займають вітрові та сонячні електростанції. Питання електроенергетики в Україні є дуже актуальними на фоні близького до завершення строку експлуатації ядерних реакторів на атомних електростанціях, через це вже у 2023-2025 роках з'являться перші реактори які вже не підлягають експлуатації навіть після капремонту, але зараз вони забезпечують майже половину усієї електроенергії що виробляє країна. Тому впровадження вітро- та геліоустановок, а також її розвиток на території України є дуже важливим.

Територія України має дуже високий потенціал для розвитку вітрової та сонячної енергетики, завдяки клімато-географічним умовам, значною площею для розміщення геліо- та вітроустановок. Також цьому сприяє великий потік інвестицій на розвиток альтернативної енергетики завдяки високому зеленому тарифу, який гарантує інвесторам не тільки швидке покриття затрат на будівництво, але і прибуток.

Мета роботи – оцінка можливості використання геліо- та вітроустановок на території України.

Об'єкт дослідження – є клімато-географічні ресурси території України.

Предмет дослідження – використання геліо- та вітроустановок в окремих регіонах України.

Актуальність - зараз у країні дуже гостро стоїть питання про майбутнє енергетичного сектору. Тому що вже близиться час коли останні ядерні реактори вийдуть з експлуатації навіть після капремонту, а вони виробляють половину усієї електроенергії України.

Задачі – з’ясувати найбільш перспективні регіони України для впровадження геліо- та вітроустановок.

1 АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА У СВІТІ

1.1 Історія альтернативної енергетики

Люди досить недавно почали замислюватися про те що природні запаси вуглеводнів не такі вже безмірні, та настане час коли їх зовсім не стане. І такі припущення з'явилися більше двохсот років тому. Спробуємо простежити в хронологічному порядку основні віхи розвитку альтернативної енергетики у світі:

- У 1774 році інженер з Франції **Бернар Форест де Белідора** опублікував свою наукову працю «Гідравлічна архітектура», в якому виклав основні принципи гідротехнічного будівництва.
- У 1839 році французький фізик **Олександр Едмон Беккерель** описав явище фотоефекту, що відбувається в електроліті.
- У 1846 році з'явився на світ **Пол ла Кур**, який прославився створенням першої в світі вітроустановки.
- У 1861 році була запатентована перша в світі установка, витягує електричну енергію з сонячного світла.
- У 1881 році почала діяти перша гідроелектростанція, встановлена на Ніагарському водоспаді, яка виробляла електроенергію для освітлення міських вулиць.
- У 1913 році італійський ентузіаст граф **П'єро Джінорі Конті** в місті Лардерелло спорудив найпершу в історії геотермальну електростанцію.
- У 1925 році француз **Даріус** сконструював вертикальний ротор, який використовується в вітроелектричних установках під ім'ям ротора Даріуса.
- У 1931 році в Криму почала працювати найперша промислова електростанція Д-30, що використовує силу вітру, яка від початку до кінця була сконструйована інженерами ЦАГІ.

- У 1954 році співробітниками лабораторії Белла була створена перша сонячна кремнієва панель.
- У 1957 році в південних районах Нідерландів була встановлена вітротурбіна потужністю в 200 кВт, що виробляє електроенергію і підключена прямо в державну електромережу. Саме вона стала офіційно вважатися родоначальницею нинішньої вітроенергетики.
- У 1958 році на американському космічному супутнику стали використовуватися перші сонячні батареї.
- У 1966 році у французького узбережжя недалеко від міста Бретань була запущена перша в історії електростанція, яка використовує енергію приливних хвиль [1].

1.2 Сучасна альтернативна енергетика

Альтернативна енергетика – це сукупність способів передачі, отримання та використання енергії, яких не так багато у світі, але їх частка поступово зростає, витісняючи традиційну енергетику.

Види альтернативної енергетики:

- СЕС – перетворює сонячну радіацію в електричну енергію. Способи залежать від конструкції електростанції. Перспективи сонячної енергетики – за прямим перетворенням сонячного випромінювання в електричний струм;
- Вітроустановки - перетворюють кінетичну енергію повітряних мас в електричну чи механічну енергію. Потужність вітроустановки залежить від площі лопатей генератора, і висоти над поверхнею землі;
- Геотермальна енергетика – її принцип полягає у перетворюванні теплової енергії з надр землі у електричну чи теплову. У вулканічних районах

вода, перегрівається вище температури кипіння на відносно невеликих глибинах і по тріщинах піднімається до поверхні, іноді виявляючи себе у вигляді гейзерів. Доступ до підземних теплих вод здійснюється за допомогою глибинного буріння свердловин. Найбільша перевага геотермальної енергії це її невичерпність і незалежність від умов навколишнього середовища, часу доби і року;

- Біопаливо - створюється з рослинної або тваринної сировини, з продуктів життєдіяльності організмів або органічних промислових відходів. Рослинну сировину розділяють на 3 покоління. Сировина 1-го покоління – сільськогосподарські культури з високим вмістом жирів, крохмалю, цукрів. Рослинні жири переробляються в біодизель, а крохмал і цукор – в етанол. Сировина 2-го покоління – нехарчові залишки культивованих рослин, трава і деревина. Сировина 3-го покоління – водорості. Вони не вимагають земельних ресурсів, можуть мати більшу концентрацію біомаси і високу швидкість відтворення [2].

Країнами лідерами з альтернативної енергетики є:

Китай - у 2017 році було введено в експлуатацію СЕС сумарною потужністю 46,7 ГВт. Частка альтернативної енергетики в Китаї перевищила 25%.

Німеччина – лідер з альтернативної енергетики в Європі. Сумарна потужність СЕС і ВЕС наближається до позначки 100 ГВт. У електрогенерації країни сегмент альтернативної енергетики в Німеччині становить понад 25%.

Великобританія - потужності альтернативної досягли позначки 30%. СЕС і ВЕС продовжують нарощувати свою загальну потужність.

Австралія - альтернативної енергетики поки дорівнює 3-4%, але Австралія це світовий лідер за розвитком сонячної енергетики. Кожен рік потужність СЕС подвоюється. В Австралії розвивається гібридна альтернативна енергетика, яка полягає у скрещенні геліоустановок та вітрустановок. Також будується великі системи накопичення і зберігання енергії [3].

Енергетичні кооперативи, широко поширені у країнах Європи. Україна тільки переймає досвід Європейських країн, з альтернативною енергетикою у перспективі. Україна зараз не має законодавчого підґрунтя, для оптимального функціонування і розвитку кооперативів.

В Україні єдиним варіантом отримати електропостачання є підключення до Обленерго. Існують різні моделі взаємодії у кооперативах.

Об'єднання власників приватних СЕС - куди люди щоб знизити витрати на покупку і установку обладнання. Домашня СЕС на 20% дешевша, якщо купувати оптом панелі та інше устаткування у складі кооперативу.

SonnenCommunity – інноваційний ринок енергії - особливість полягає у тому, що всередині сервісу користувачі можуть купувати один у одного електроенергію, яка накопилась, при цьому значно дешевше, ніж у інших постачальників.

Новий формат взаємодії – сонячний сад - ця модель кооперативів дуже популярна в США, наприклад сонячний сад Mesquite (рисунок 1.1). Специфіка цього проекту полягає в тому, що стати співвласником може стати навіть сім'я з дуже обмеженими фінансами. Установка в рамках власного домогосподарства сонячної електростанції вимагає чималих вкладень і безлічі сил. Для середньостатистичної сім'ї буде потрібно встановити пару десятків панелей, щоб забезпечити енергоспоживання будинку. Крім цього, в кошторис слід включити чимало найменувань супутнього устаткування і витрати на монтаж. Сонячні сади дозволяють вкласти свої гроші в кілька панелей в загальному проекті і отримувати від них прибуток на особистий рахунок. Деякі люди розглядають цей варіант як певний депозит або альтернативу

пенсії, адже виплати будуть здійснюватися протягом 25 років.



Рисунок 1.1 – Сонячний сад Mesquite, Аризона США (потужність 413 ГВт)

У штаті Колорадо в 2011 році був прийнятий закон, що регламентує роботу кооперативів такого роду і захищає тим самим вкладників.

Сонячна енергетика України завдяки високому зеленому тарифу приваблює інвесторів з усього світу. Кооперативи в Україні тільки починають існувати та розвиватись. Для прискорення розвитку уряд на законодавчому рівні повинен прийняти всі необхідні заходи для впровадження та розвитку енергетичних кооперативів [4].

Зараз найпотужнішою діючою в світі СЕС вважається сонячний парк у водосховищі Лун'янся в Китаї, площею 23 кв. км, та потужністю – 850 МВт.

Друге місце займає СЕС компанії Adani в індійському штаті Тамілнад потужністю 648 МВт і загальною площею 10 кв. км [5].

У 2019 року в світі буде побудовано приблизно 200 ГВт сонячних і вітрових електростанцій – BloombergNEF (BNEF).

Компанія BloombergNEF опублікувала традиційні «10 пророкувань» на 2019 рік у галузі енергетики.

«Ми очікуємо, що перехід на низьковуглецеві технології в цьому році буде стійко просуватися завдяки подальшого скорочення витрат на сонячну і вітрову електроенергію і літій-іонні батареї, а також розширенню розуміння з боку інвесторів і корпорацій, що це «стійка річ», і з міркувань власного інтересу їм просто потрібно це зробити», - пише головний редактор, Ангус Мак-Крон. «Економічні та політичні проблеми в 2019 році можуть вплинути на потік інвестицій в «чисте майбутнє», але вони не зупинять його», - зазначає він.

- Інвестиції в чисті енергетичні технології в 2019 році перевищать \$ 300 млрд, але не досягнуть рівня 2018 року в зв'язку з продовженням зниження витрат в сонячній і вітровій енергетики.

- Не дивлячись на можливе уповільнення розвитку в Китаї, в 2019 р сонячна енергетика додасть від 125 до 141 ГВт потужностей. Зростання буде відзначений в Індії, Європі, Близькому Сході, Північній Африці, Туреччині.

- На ринку вітроенергетики BNEF очікує стрибок - з 53,5 ГВт нових потужностей в 2018 році до понад 70 ГВт в 2019 році. У тому числі в морській вітроенергетиці буде додано 8,5 ГВт проти 4,8 ГВт в 2018 р

Середня вартість вітряних турбін для материкової вітроенергетики опуститься нижче \$ 0,8 млн доларів США за мегават.

- У 2019 вперше в історії ринку річний обсяг встановлених накопичувачів енергії перевищить 10 ГВт * год.

Незважаючи на загрозу торгових війн китайські виробники встановлять по-справжньому глобальну присутність. Автомобільні компанії будуть розширювати відносини з китайськими постачальниками в міру збільшення виробництва в цій країні. Міжнародні розробники та інтегратори накопичувачів енергії відправляться в Китай в пошуках батарей, оскільки корейські чемпіони будуть зайняті обслуговуванням свого внутрішнього ринку.

Жорстка конкуренція і недавнє зниження вартості кобальту і літію підштовхнуть середні ціни нижче \$ 150 за кВт * год, швидше, ніж показано на кривій навчання, а ціни на акумулятори для електромобілів впадуть ще нижче.

- Продажі електромобілів в 2019 році зростуть на 40%, тобто темп зростання буде менше, ніж в 2018 р, коли продажі зросли на 70%. За оцінкою BNEF, в поточному році в світі буде продано 2,6 електричних машин, з яких 1,5 млн буде реалізовано в Китаї [6].

Консалтингова компанія IHS Markit в своєму останньому звіті «PV Installations tracker Q1 2019» дає прогноз на те, що в 2019 році у всьому світі буде встановлено 129 ГВт фотоелектричних сонячних електростанцій, що набагато більше, ніж було встановлено в 2018 році. Та прогнозує їхню установку по регіонам світу (рисунок 1.2).

Відзначимо, в минулому році за різними джерелами в світі було встановлено від 94 ГВт (за даними IRENA) до 109 ГВт (за даними Bloomberg NEF) сонячних електростанцій.

Консультанти IHS також підвищують свій прогноз, даний в грудні. Тоді вони прогнозували на поточний рік 123 ГВт нових інсталяція в сонячній енергетиці.

Ринки Китаю і Індія стикаються з високою невизначеністю, відзначають автори. Зокрема, в КНР очікується рішення влади з приводу нової системи підтримки сонячної енергетики, і IHS поки вважає, що темп зростання ринку збільшиться «всього» на 2% в порівнянні з 2018 роком, коли було введено в експлуатацію 45 ГВт.

Проте, Азіатсько-тихоокеанський регіон буде лідирувати, на нього доведеться 64% всіх нових сонячних станцій, які, як прогнозується, будуть побудовані у 2019 р.

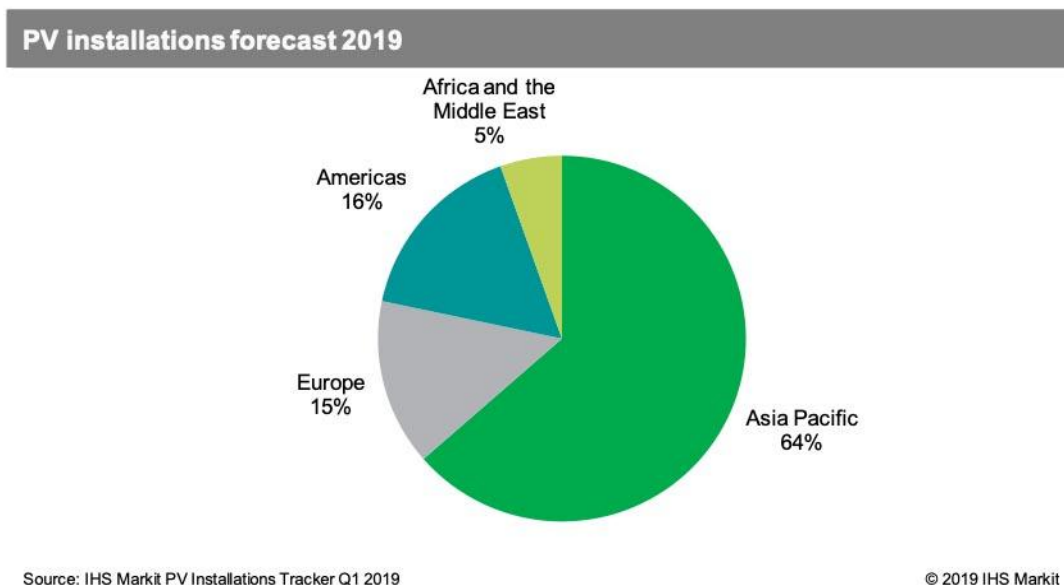


Рисунок 1.2 – прогноз установки сонячних електростанцій у світі на 2019 рік, згідно з звітом «PV Installations tracker Q1 2019» [7].

Потужний зростання ринку сонячної енергетики очікується в США і Європі. У США ступеневу зниження податкових відрахувань (ITC), які є основним інструментом підтримки сонячної енергетики в США, починаючи з 2020 року, стимулює інвесторів до максимальної реалізації проектів в поточному році.

На європейському континенті IHS Markit очікує взагалі якийсь вибух. За даними SolarPower Europe, в 2018 році в Європі було побудовано 11 ГВт сонячних електростанцій. Аналітики IHS вважають, що в 2019 тут буде введено в експлуатацію понад 19 ГВт.

Таким чином, світова фотоелектрична сонячна енергетика продовжує зростати високими і різко збільшуються темпами. Якщо в 2015 році в світі було введено в дію приблизно 50-55 ГВт сонячних електростанцій, і це здавалося неймовірно багато, то зараз ринок впевнено наближається до позначки 150 ГВт на рік [8].

Країнами лідерами у долі альтернативної енергетики є: Ісландія – 72%, Норвегія – 72%, Швеція – 55%, Фінляндія – 41%, Латвія – 39%, Данія – 36%, Естонія – 29%, Литва – 26%, Румунія – 25%, Чехія – 15%, Польща – 11%, але станом на 2018 рік доля альтернативної енергетики України дорівнює 1,8 %, за даними Євростату [9].

Співробітники компанії IHS Markit зробили розрахунки, згідно з якими, можна очікувати збільшення показників потужності всіх сонячних установок до 123 гігават. На думку фахівців, частка сонячної енергетики на протязі наступного року зросте на 18 відсотків. Крім того, була озвучена перспектива зміщення 2/3 енергетичного ринку з території Китаю за його межі у 2019 році.

На даний момент майже 50% світових сонячних потужностей належать китайським компаніям. Згідно з даними IHS Markit, поточний рік принесе зміни в розподілі цих показників. Китай буде мати 1/3 потужностей сонячної індустрії, а решта (2/3) будуть розподілені по країнах. На думку експертів, нові енергетичні ринки будуть набирати обертів в Південній Африці, В'єтнамі, Аргентині, Іспанії та Єгипті. У наступному році вони складуть 7% в світовому енергетичному балансі.

З усіх альтернативних джерел отримання енергії, сонячна енергетика є найбільш популярною і затребуваною. Експерти відзначили, що приріст енергетичних ринків в 45 державах стабільно має показники не менше 20%.

Друга позиція світової першості в сфері сонячної енергетики належить США. До кінця 2019 року кількість фотоелектричних установок на території Сполучених Штатів зросте на 28 відсотків.

Такий активний приріст на енергетичному ринку цілком передбачуваний і виправданий. Справа в тому, що компанії, які встигнуть запустити в роботу нові сонячні виробництва до кінця наступного року можуть розраховувати на програму інвестиційного податкового кредитування в розмірі 30 відсотків. Варто зауважити, що навіть ті компанії, які знаходяться

на початковому етапі будівництва нових альтернативних виробництв мають шанс отримати такий кредит. Достатньо лише закупити 5% обладнання і пільги будуть доступні.

У поточному році китайські виробництва, що займаються поставками сонячного обладнання, кардинально змінили політику ведення бізнесу. Основний упор був зроблений на швидкість обороту товару. Це дозволить уникнути в подальшому перевиробництва і забезпечити європейські країни необхідним обладнанням.

Починаючи з літа 2018 року було відзначено обвал цін на обладнання з Китаю. Підвищений попит на території Іспанії, В'єтнаму і Мексики як і раніше не впав. На початку наступного року ціна підніметься і зафіксується на певній позначці до кінця грудня 2019.

Експерти відзначають, що багато великих світових компаній закупили сонячне обладнання великими партіями про запас. Це обумовлено новою виробничою політикою китайських компаній. Існували побоювання, що доступ до фотоелектричних модулів з Китаю буде обмежено.

За словами фахівців компанії BloombergNEF, середня вартість фотоелектричних модулів в світі коливається від 23 до 26 центів за Ватт. Імовірно, до кінця наступного року ціна панелей може знизиться на 10-15 відсотків завдяки надлишку товару. Нова виробнича політика Китаю може допомогти уникнути падіння цін на панелі.

У свою чергу, корпорація SoftBank з Японії дала обіцянку, що через чверть століття сонячна електрика стане безкоштовною. За даними експертів компанії, як раз через 25 років великі світові проекти повністю окуплять інвестиції. У компанії вважають, що через даний проміжок часу технології дійдуть до того рівня, коли енергія буде поставлятися споживачам даром. Користувачі повинні будуть тільки оплатити роботу спеціальних роботів, які будуть займатися очищенням панелей [10].

1.3 Перспективи та нововведення в сфері альтернативної енергетики

Було винайдено та розроблено багато незвичайних установок у сфері альтернативної енергетики, зокрема пов'язаних з вітро- та геліоустановками, наприклад деякі з них.

Вітряк-дирижабль від компанії Altaeros Energies, розробляє вітрогенератор нового покоління (рисунок 1.3-1.4). Ці вітроустановки призначені для роботи на висотах до 600 метрів, яка є недосяжною для класичних вітроустановок яких переважна більшість. Нав таких висотах постійно дме сильні вітри, які в 5-8 разів швидші ніж вітри поблизу поверхні землі [11].



Рисунок 1.3 – Висотний вітряк-дирижабль Airborne Wind Turbine від Altaeros Energies.



Рисунок 1.4 – Прототип висотного вітряка-дирижабля Airborne Wind Turbine розроблений компанією Altaeros Energies на польових випробуваннях у Алясці.

Корпус наповнен гелієм у якому в центрі розташована вітроустановка, така конструкція не потребує опор, невідмінно від класичних вітроустановок. Airborne Wind Turbine кріпиться до землі тросом з лебідкою, а по паралельному тросу-проводу йде електроенергія.

Прототип Airborne Wind Turbine спочатку був піднятий на висоту 107 метрів, де вже зміг у 2 рази перевищити вихід електроенергії порівняно з класичними вітроустановками.

В майбутньому плануються експерименти з більшими висотами. Наприклад, на висоті 300 м, по розрахункам кількість електроенергії, що

виробляється вітряком-дирижаблем може в 5 разів перевищувати показник звичного наземного вітряка.

З переваг - така конструкція не тільки ефективна, але й більш надійна, дешева та проста в обслуговуванні. Відсутність статичної висотної опори зменшує вимоги до ґрунту, тому такі генератори можуть бути підняті в повітря над пісками, болотами та водою. Громіздка конструкція великих вітряків має занадто багато складних деталей та механізмів, які можуть вийти з ладу. Дирижабль з вітрогенератором має досить просту конструкцію і потребує мінімум обслуговування. А в разі поломки, досить просто ввімкнути лебідку та опустити на вітряк-дирижабль землю. Запуск таких дирижаблів набагато дешевший ніж спорудження класичного вітряка [12].

Також один проект незвичайної конструкції ВЕС буде реалізований в Об'єднаних Арабських Еміратах. Поблизу від Абу-Дабі буде побудована досить незвичайна ВЕС, яка має назву «Windstalk» (рисунки 1.5-1.6).

Дизайном займається компанія Atelier DNA, ідея полягає у кінетичній моделі, яка могла б використовуватися для електрогенерації. Більш ніж одна тисяча стеблів з вуглецевого волокна, висотою близько 55 метрів, з бетонними основами з шириною по 20 метрів, будуть встановлені на відстані 10 метрів між собою.



Рисунок 1.5 – Візуалізація проекту вітряної електростанції Windstalk.

Стебла будуть армовані гумою, біля землі вони мають ширину 30 см, а ближче до кінця звужуються до 5 см. Кожна вітроустановка буде містити шари електродів і керамічних дисків, виготовлених з п'єзоелектричного матеріалу, який генерує електричний струм, коли піддається тиску. При гойданні на вітрі, диски будуть стискуватися, генеруючи електроенергію.

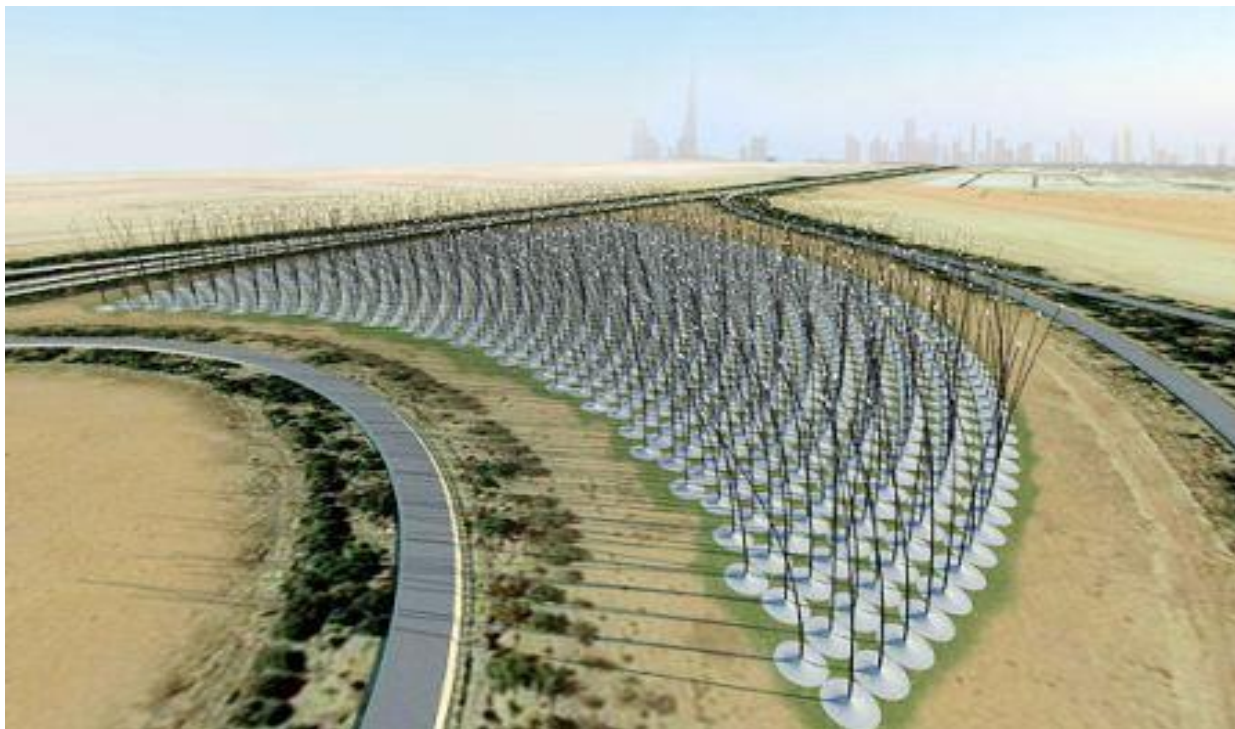


Рисунок 1.6 – Макет проекту вітряної електростанції Windstalk.

В основі кожного стебла буде встановлено генератор.

Оскільки вітер не постійний, буде застосована система акумулювання енергії. Проект, розроблений фірмою Saphon Energy, та представляє собою безлопатеву вітроустановку, парусного типу (рисунок 1.7-1.8).



Рисунок 1.7 – Вітроустановка парусного типу Saphonian.

Вітроустановка не має обертових частин і абсолютно безпечний для птахів. Екран генератора робить під дією вітру руху вперед-назад, створюючи коливання в гідравлічній системі.

Мета проекту - поліпшити характеристики вітряних генераторів, щодо використання вітрового потоку. Вітер буквально запрягається в парус, який здійснює під його дією руху вперед-назад, при цьому немає ні лопатей, ні ротора, ні передач. Така взаємодія дозволяє перетворити більше кінетичної енергії в механічну за допомогою поршнів.

Енергію можна накопичувати в гідравлічних акумуляторах, або перетворювати в електричну за коштами генератора, або ж приводити з її допомогою в обертання будь-якої механізм. Якщо звичайні вітрогенератори мають ККД 30%, то даний генератор парусного типу дає всі 80%. Його ефективність перевершує вітряки лопатевого типу в 2,3 рази.



Рисунок 1.8 – Закріплення вітроустановки парусного типу Saphonian.

В силу дешевої конструкції, через відсутність (лопаті, маточини, коробки передач), витрати на обладнання знижуються до 45%.

Компанія Archimedes, придумала незвичайну вітроустановку, яку можна встановлювати на дахах житлових будинків.

Вітроустановка досить ефективна та малощумна, і може забезпечити невеликий будинок електроенергією. Нові вітрові турбіни отримали назву Liam F1 (рисунок 1.9-1.10).

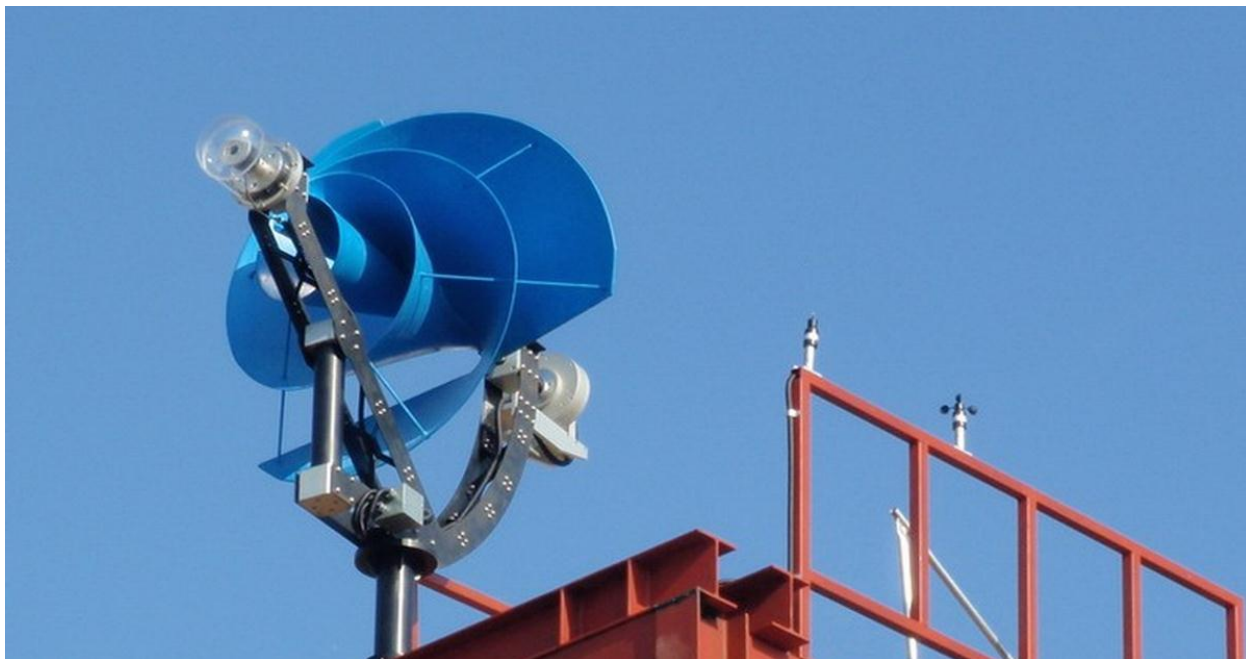


Рисунок 1.9 – Вітряк Liam F1 закріплений на даху.

Маючи невеликі габарити, діаметром 1,5 метра, і вагою близько 100 кілограм, ця вітроустановка може бути встановлена на стіні чи даху житлового будинку.

Вітроустановка має дуже незвичайну форму, турбіна як флюгер розгортається за вітром, захоплюючи повітряний потік. Директор компанії Марінус Міремета стверджує, що ефективність новаторською турбіни досягає 80% від максимальної теоретично доступної.



Рисунок 1.10 – Модель вітряка Liam F1.

У Нідерландах середня сім'я споживає 3300 кВт-годин електроенергії за 1 рік. Розробників повідомляють, що половину цієї енергії може Забезпечити одна турбіна Liam F1. При швидкості вітру НЕ менше 4,5 м / с.

Виробники планують застосовувати свої турбіни не тільки для електропостачання житлових и промислових будівель, а й для електропостачання морських суден [13].

Досить цікавий новаторський проект будівлі Gullwing Twin Wind Towers від італійських архітекторів. Gullwing Twin Wind Towers покликаний втілити ідею виробництва екологічно чистої енергії в умовах мегаполісу, не "ламаючи» при цьому, приємного для очей малюнка впізнаваною міської тканини (рисунок 1.11-1.13).



Рисунок 1.11 – Модель проекту веж Gullwing Twin Wind Towers.

Футуристичний проект, розроблений римськими архітекторами Майнервіні Вітторіо (Minervini Vittorio) і Санна Джакомо (Sanna Giacomo) в творчому союзі з італійськими ж дизайнерами Делзотті Карло (Delzotti Carlo) і Ломбарді Фабіо (Lombardi Fabio).

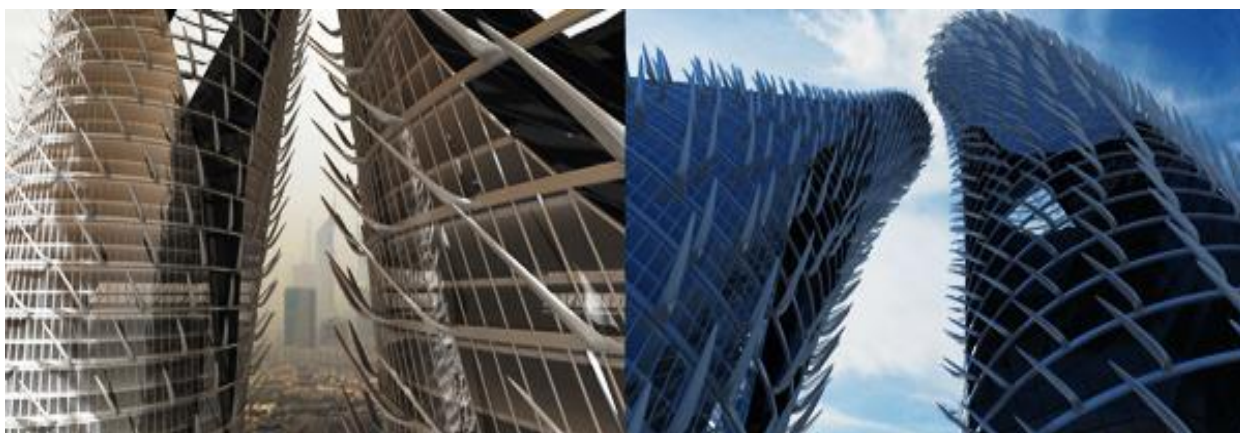


Рисунок 1.12 – Зображення моделі проекту веж Gullwing Twin Wind Towers з акцентом на «крила» вітрових турбін.

Структурно дві вежі, з яких сформований комплекс, являють собою основу для «крил», які «ловлять вітер», таким чином обертаючись навколо хмарочосів. Витончені «крила» вітрових турбін закріплені до кілець. А для максимального руху енергії, авторами запрограмований «ефект торнадо», викликаний близькістю розташування конструкцій один до одного. Для того, щоб підкреслити «прозорість» і легкість сучасної структури, на протязі всієї висоти будинків архітектори розподілили порожні асиметричні пластикові порожнини.



Рисунок 1.13 – Модель проекту веж Gullwing Twin Wind Towers у місті.

Фасади хмарочосів частково покриті чорною скляній облицюванням, що відбиває «крила» і все, що знаходиться навколо конструкцій. Таким чином, за задумом авторів, Gullwing Twin Wind Towers стане ультра-сучасним архітектурним об'єктом нового покоління і сміливою, екологічно відповідальної міської структурою різноцільового призначення [14].

2 АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ

2.1 Клімато-географічний потенціал України

Клімато-географічний потенціал території України для вітро- та геліоустановок має загальну тенденцію, а саме Північно-Східні регіони мають більш сприятливі умови (рисунки 2.1-2.2). Аналізуючи (рисунки 2.1-2.2) можна зробити наступні висновки. Для геліоустановок це такі області як: Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та Кіровоградська. Для вітроустановок це такі області як: Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Донецька та Луганська.

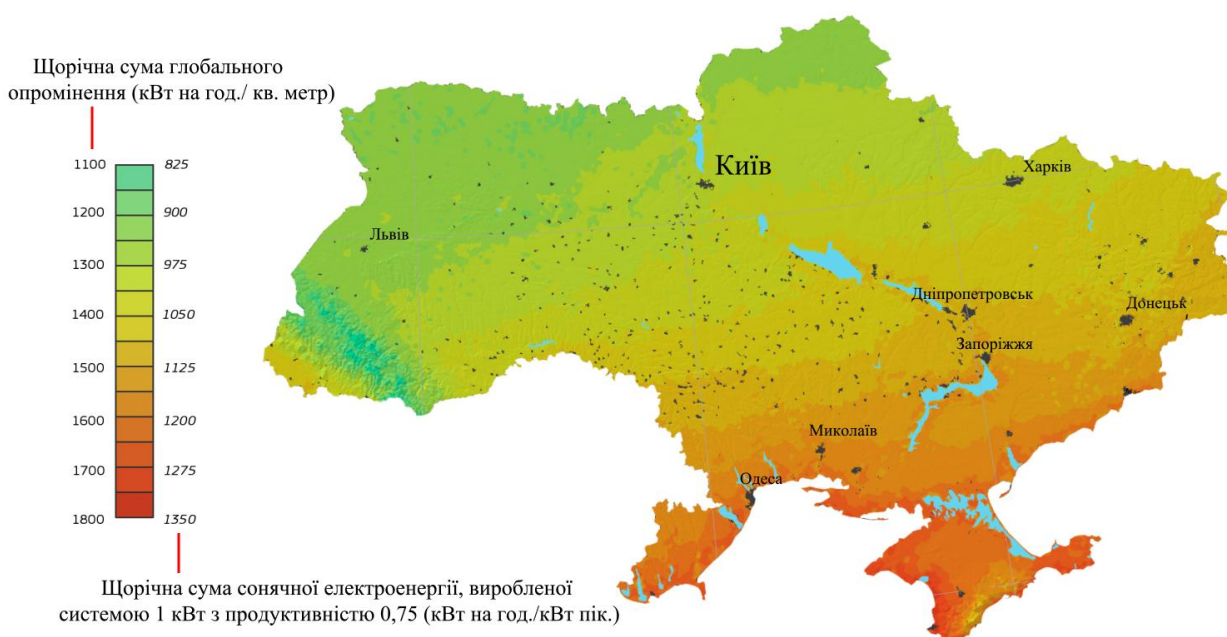


Рисунок 2.1 – Мапа сонячної інсоляції території України. (складено автором за матеріалами [15])

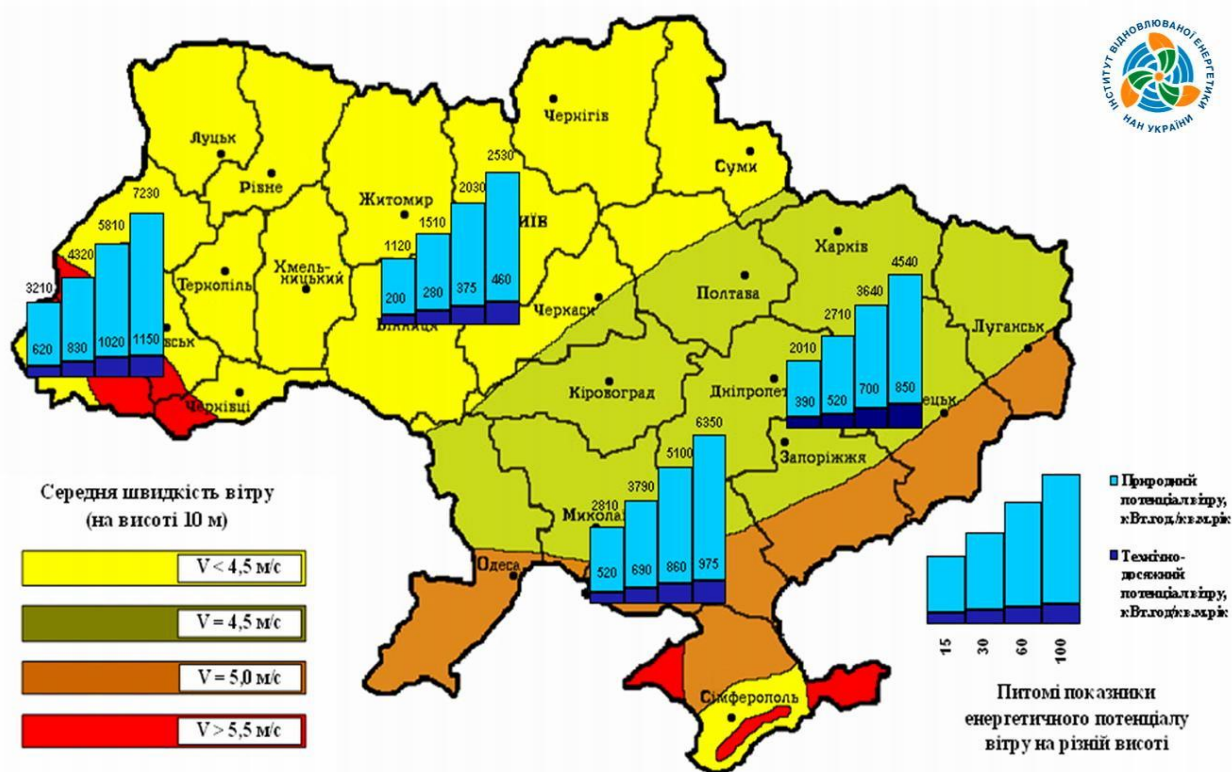


Рисунок 2.2 – Карта середніх швидкостей вітру території України [16].

Майже у всіх кліматичних зонах України вітровий потенціал зростає зі збільшенням висоти щодо показника на рівні 10-метрової позначки:

- на висоті 30 м - в 1,5 рази;
- на висоті 60 м - в 2 рази;
- на висоті 100 м - в 2,5 рази [18].

2.2 Сучасний стан альтернативної енергетики України

Показник альтернативної енергетики в Україні дорівнює 1,8% електрогенерації в країні. Наприклад, у наших сусідів в Польщі цей показник становить 11%, в Угорщині – 13%, в Чехії – 15%, Румунії – 19%. Лідери у альтернативній енергетиці це Норвегія з сегментом альтернативної

електрогенерації з показником у 72%, в Швеції – 55%, Фінляндії – 41%. Лідер пострадянських країн це Латвія, де зелена енергетика займає 39% енергогенерації.

Геліоустановки забезпечують більше 66% альтернативної електрогенерації в Україні. За даними агентства Bloomberg, альтернативні джерела енергії в Україні отримали інвестицій на суму близько 2,5 млрд доларів. У 2018 році на території країни було здано в експлуатацію 163 СЕС, сумарна потужність яких 850 МВт. Це в 4 рази більше, ніж було в попередньому році. І в 12 разів – ніж потужність побудованих ВЕС.

Основні причини такої тенденції:

- достатньо високий рівень інсоляції території України дозволяє будувати сонячні електростанції, рівень генерації яких забезпечить повернення інвестицій протягом 5-7 років;
- СЕС більш дешевша, ніж інші альтернативні електростанції;
- Отримання електроенергії з геліоустановок більш простий;
- швидкість будівництва СЕС, на все – від розробки проекту електростанції та до запуску, в залежності від потужності об'єкта, знадобиться від 6 місяців до року;
- невибагливість СЕС до обслуговування.

Альтернативна енергетика повинна повністю задовольнити потреби України в електроенергії до 2050 року [18].

У 2018 року альтернативна енергетика в Україні зросла ще на 740 МВт електрогенеруючих потужностей. Порівнянно з 2017 роком, приріст склав 54%. Кількість об'єктів альтернативної енергетики, що були введені в експлуатацію, в 2,8 рази перевищують, цей показник у 2017 році. А станом на 01.01.2019 року, за даними Держенергоефективності, маємо такі показники (рисунок 2.3).

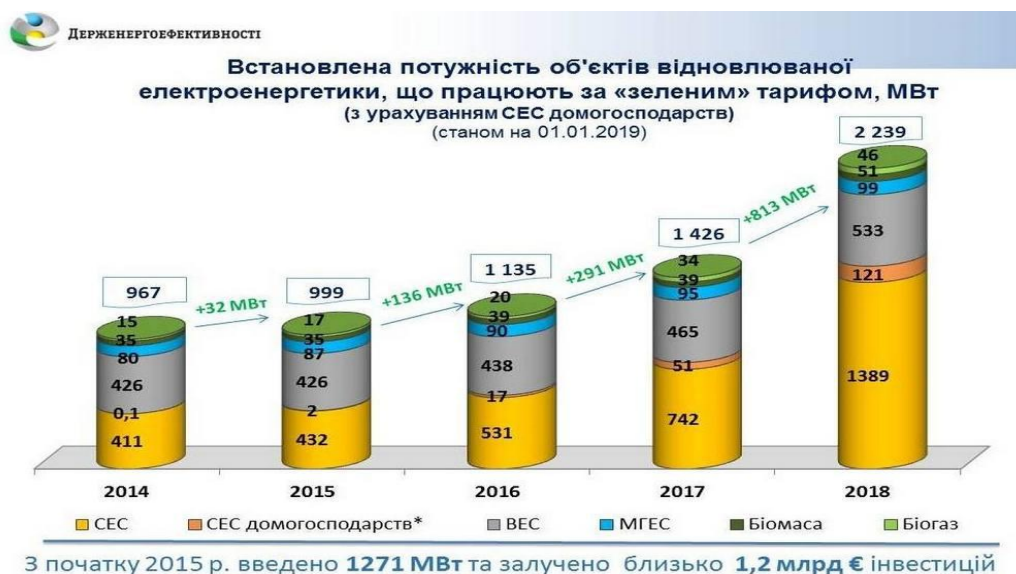


Рисунок 2.3 – Тенденція зміни потужностей об'єктів відновлюваної енергетики [19].

На кінець 2018 року, потужність всіх сонячних електростанцій в Україні досягла позначки 1388, 276 МВт. Результати у вітрової енергетики значно менші. ВЕС – в 2018 році в експлуатацію було введено 67,77 МВт, та їх сумарна потужність з раньше побудованими ВЕС в країні склала 532, 845 МВт;

Дуже зросли потужності приватних СЕС, за минулий рік введено в експлуатацію близько 4,5 тисячі таких об'єктів електрогенерації. Всього в країні нараховувалось близько 7500 приватних СЕС загальною потужністю в 160 МВт. Сумарні інвестиції в зелену енергетику склали майже 151 млн євро. Найбільше домашніх сонячних електростанцій встановлено в Дніпропетровській області – 882 об'єкта. На другому місці – Київська (838 станції), за нею йдуть Тернопільська (664), в Івано-Франківській області змонтовано 664 приватні сонячні електростанції. На п'ятому місці Кіровоградська область – 469 домашніх сонячних електростанцій.

У 2019 тенденція до зростання кількості приватних СЕС збережеться, адже це останній рік, коли діє зелений тариф в розмірі 18 євроцентів за кВт •

год (для сонячних електростанцій) і 11,63 євроцента за кВт • год для вітрових електростанцій. Втім, законодавство передбачає збільшення максимальної потужності для приватних сонячних електростанцій до 50 кВт, це стане додатковим стимулом для розвитку «малої» альтернативної енергетики, що використовує відновлювальні джерела енергії [20].

Зелені аукціони – це форма стимулювання розвитку альтернативної енергетики, яка повинна замінити зелений тариф. У ситуації, що склалася, ціни на зелений тариф при нинішніх темпах розвитку альтернативної енергетики вже в доступному для огляду майбутньому стануть непосильною ношею для бюджету. В результаті стане проблематично підтримувати ті потужності, які вже існують і займаються генерацією, не кажучи про можливий розвиток. Крім того, з часу прийняття закону про зелений тариф ситуація на ринку істотно змінилася, йдеться, перш за все, про значне зниження вартості обладнання, що зробило генерацію прибутковішою.

Зелений аукціон – це форма розподілу квот на будівництво нових потужностей генерації електрики з використанням відновлюваних джерел енергії. Мається на увазі, що на торги (швидше за все, це буде майданчик «ProZorro») буде виставлятися земельна ділянка, розрахункова вартість підключення, вся необхідна для будівництва дозвільна документація, а також визначені всі необхідні відрахування (наприклад, оренда землі і т.д.) в місцеві бюджети. Переможцем аукціону (власником права на будівництво та експлуатацію сонячної електростанції) стане та компанія, яка запропонує мінімальну ціну на продаж електроенергії. Як і за законом про зелений тариф, ця вартість, за якою держава купуватиме електроенергію, буде незмінною протягом дії договору – попередньо, термін складе 20 років.

Переваги зелених аукціонів:

- держава зможе знизити витрати на закупівлю «зеленої» електрики за рахунок конкуренції на ринку;

- створення розподіленої системи генерації, рівномірний розподіл квот по всій території України дозволить поліпшити балансування всієї державної енергосистеми;
- інвестори отримують можливість оскаржувати рішення в судах, весь процес набуває більше прозорості;
- закон про зелені аукціони передбачає відповідальність за реалізацію проєкту з боку забудовника.

Прийнятий за основу, закон про зелений тариф передбачає обов'язковий розподіл на аукціоні квот на будівництво:

- в 2020 році – для сонячних електростанцій потужністю більше 10 МВт, для вітрових – більше 20 МВт;
- в 2021-22 році – для сонячних електростанцій від 5 МВт, для вітрових – від 20 МВт;
- в 2023 році – для сонячних електростанцій від 1 МВт, для вітрових – від 3 МВт.

Законом передбачено, що зелені аукціони будуть діяти 10 років, з 2020 по 2030 рік.

Пробний зелений аукціон повинен пройти вже в 2019 році, а після до опрацювань механізм аукціонів має запрацювати з 1 січня 2020 року.

Зелені аукціони підтримали основні інвестори в українську альтернативну енергетику, зокрема, Європейський банк реконструкції і розвитку, а також Секретаріат Енергетичного співтовариства і Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (IRENA) [21].

У 2018 році поступило багато інвестицій в українську альтернативну енергетику. Наприклад TIU Canada Ltd, норвезька компанія NBT, та інші.

Вартість сонячної панелі має постійну тенденцію зниження протягом багатьох років. Одна з причин це Китай який нарощує потужності СЕС, та як слід виробництво фотоелементів. Інша це скасування ПДВ на все обладнання

для альтернативної енергетики до кінця 2021 року. Це означає що все ввезене в країну обладнання буде дешевше на 20% [22].

З початку року було вироблено 1,191 млрд кВт*год електроенергії з альтернативних джерел.

Передає Національний Промисловий Портал з посиланням на EсоTown.

Майже 85% всієї генерації було вироблено вітровими та сонячними електростанціями – 41,9% та 41,5% відповідно. Малі гідроелектростанції виробили 8,2% або 97,2 млн кВт-год. Ще 5% та 3,4% було отримано внаслідок використання біогазу та біомаси відповідно.

За даними державного підприємства “Енергоринок”, у січні альтернативні джерела виробили 214,5 млн кВт-год, у лютому – 251,12 млн кВт-год, у березні – 367,99 млн кВт-год, у квітні – 357,36 млн кВт-год енергії [23].

На сьогоднішній день в Україну поступають багато інвестицій на будівництво нових вітрових та сонячних електростанцій, наприклад, на даний момент в Україні будується 8 потужних вітропарків, загальною потужністю майже 1 ГВт. Це Овід Вінд (Одеська область) – 87 МВт; Причорноморський (Миколаївська область) – 70 МВт; Приморська ВЕС (Запорізька область) – 200 МВт; Овер’янівська (Херсонська область) – 70 МВт; Краматорська ВЕС (Донецька область) – 70 МВт; Орлівська ВЕС (Запорізька область) – 100 МВт; ВЕС СІваш (Херсонська область) – 250 МВт; Дніпро-Бузька ВЕС (Херсонська область) – 110 МВт [24].

Компанія Kness, один із найбільших генпідрядників, який будує сонячні електростанції на українському ринку у 2019-му році зведе для інвесторів близько 500 МВт потужностей сонячних електростанцій. Передає Національний Промисловий Портал з посиланням на Інтерфакс-Україна.

В разі успішної реалізації, Kness збільшить обсяг здійснених компанією проектів до 1 ГВт. Наразі група управляє власними СЕС загальною потужністю близько 500 МВт.

Нагадаємо, що у лютому 2019 року Kness Group відкрила у Вінниці найбільший в Україні завод із виробництва сонячних панелей. Потужність підприємства становить 200 МВт сонячних панелей у рік [25].

2.3 Потенціал та перспективи альтернативної енергетики на території України

Україна взяла зобов'язання із вступом до Енергетичного Співтовариства, затверджені Урядом програмні документи у сфері енергетики та динаміку розвитку відновлюваної енергетики в країні, досягти обов'язкових індикативних цілей передбачається за такими напрямками.

Сонячна енергетика

Середньорічна кількість енергії сонячного випромінювання, яка надходить щороку на територію України, коливається в межах від 1 070 кВт•г на один кв. метр в північній частині України до 1 400 кВт•г на один кв. метр і вище у південній частині країни та в Автономній Республіці Крим.

Геліоустановки можуть ефективно експлуатуватися увесь рік, проте максимально ефективно — протягом 7 місяців на рік (з квітня по жовтень) в південних регіонах та 5 місяців на рік — у північних (з травня по вересень). За результатами різних досліджень доцільна встановлена потужність сонячної енергетики в Україні становить близько 4 ГВт [26]. Але вже зараз цей показник близько 2.2 ГВт, а також Укренерго видало документів на будівництво ще 6,7 ГВт сонячних потужностей, тобто з часом потенціал зростає, шляхом удосконалення конструкцій та принципів роботи установок.

Наявність сприятливих клімато-географічних ресурсів, промислової та науково-технічної бази, може задовольнити повністю не тільки потреби населення, але і експортувати електроенергію.

Вітрова енергетика

Україна має значний вітроенергетичний, більш ніж в тричі вищий ніж сонячноенергетичний. Найбільш перспективними для її розвитку є південні та південно-східні регіони України. Водночас потенційна економічно доцільна встановлена потужність вітроенергетики в Україні досягає 15 ГВт [26].

У першому кварталі цього року було введено 861,1 МВт потужностей СЕС – цей показник більше, ніж за 2018 рік. Найдорощий зелений тариф в Європі (поки не вступив в силу закон про зелені аукціони), відносна економічна стабільність і дотримання урядом термінів виплат за пільговим тарифом – все це приваблює в Україну великих інвесторів, які готові вкладати значні кошти в будівництво потужних промислових сонячних електростанцій. Відзначимо ще кілька чинників, що стимулюють розвиток сонячної енергетики:

- практично вся територія України має прийнятний рівень інсоляції, що спрощує вибір майданчиків для будівництва;
- спрощений механізм виділення земельних ділянок під сонячні електростанції;
- простота монтажу і експлуатації сонячних електростанцій, для обслуговування навіть дуже потужних станцій буде потрібно всього кілька десятків людей.

З ростом потужності електрогенеруючих систем, що використовують нетрадиційні джерела енергії, виникає необхідність у збільшенні балансуючих потужностей. Які покликані компенсувати нестачу виробництва електроенергії, викликану нестабільністю і мінливістю ВДЕ. У Укренерго підраховали, що при введенні в дію сонячної електростанції потужністю 200 МВт необхідно постійно тримати в готовності ТЕС, що має в гарячому резерві потужність 80 – 160 МВт. При цьому маневрені режими – найдорожчі, що разом з високою ціною зеленого тарифу призводить до додаткового подорожчання зеленого електрики. Тому в законі планується прописати відповідальність виробників за небаланси генерації.

Проблема стоїть дуже гостро, адже в середині 2018 року Укренерго називало гранично допустимі потужності нових об'єктів на ВДЕ в межах 3 ГВт, в іншому випадку енергосистемі загрожує дисбаланс. У Укренерго відзначають, якщо нинішні темпи введення в експлуатацію об'єктів альтернативної енергетики збережуться, то можливості енергосистеми по введенню нових потужностей будуть вичерпані вже в цьому році.

На думку фахівців, такий формат стимулювання розвитку альтернативної енергетики, як зелений тариф, в Україні себе повністю вичерпав. Найвища ставка зеленого тарифу в Європі приваблює інвесторів, але вже в найближчий час може стати непосильним тягарем для бюджету і привести до того, що тарифи на електроенергію в Україні почнуть стрімко зростати. Цілком можливо повторення ситуації з Іспанією, де уряд різко знизив зелений тариф для вже діючих СЕС через неможливість виплачувати компенсацію виробникам. Це призвело до численних позовів та практично повністю загальмувало розвиток альтернативної енергетики.

Новий закон передбачає введення зелених аукціонів, що, на думку розробників, повинно привести до зниження вартості зеленого електрики. Перші зелені аукціони будуть проведені вже в другій половині 2019 року, але поки немає механізму практичного проведення торгів.

За останні 3 роки ціни на сонячні батареї в Україні впали майже на 40%. Можна сміливо припускати, що подібна динаміка збережеться і надалі:

- зниження вартості сонячних панелей – загальносвітовий тренд. Це пов'язано як зі збільшенням виробництва і вдосконаленням технологій, так і з падінням ціни на сонячні батареї в Китаї – головному виробнику фотовольтаїки. Після того, як китайський уряд дуже урізав субсидування сонячної енергетики, в Піднебесній утворився надлишок потужностей, які виробляють сонячні батареї. Щоб не згортати вироб-

ництво, найбільші китайські виробники почали знижувати ціни. У перспективі це призведе до того, що дрібні і середні виробники будуть витіснені з ринку, виробництво знизиться і ціни в середньостроковій перспективі можуть навіть зрости;

- скасування ПДВ на ввезені в Україну сонячні панелі, введене в кінці 2018 року – уряд пішов назустріч великим імпортерам;
- зниження транспортних витрат – Україна увійшла в ТОП-10 країн за обсягами закупівлі сонячних панелей з Китаю. Поліпшення логістики, збільшення обсягів вантажів дозволили істотно знизити вартість доставки обладнання;
- поява великих світових брендів на українському ринку, відкриття власного виробництва – все це посилило конкуренцію на ринку, змушуючи продавців зменшувати маржу. Деякі компанії-інсталятори готові провести монтаж сонячних електростанцій, продаючи сонячні панелі практично по їх собівартості, заробляючи лише на проведенні робіт [27].

2.4 Структура альтернативної енергетики в Україні та її стан

Сьогодні в Україні альтернативна енергетика має таку структуру (рисунок 2.4-2.5).



Рисунок 2.4 – Структура альтернативної енергетики та тенденція зростання потужностей сонячних електростанцій в Україні [28].



Рисунок 2.5 - Структура альтернативної енергетики та тенденція зростання потужностей вітряних електростанцій в Україні [29].

Аналізуючи рисунки 2.4 та 2.5 можна зробити такі висновки:

- станом на перший квартал 2019 року основну частку (66%) у структурі альтернативної енергетики України займають сонячні електростанції;
- потужність промислових сонячних електростанцій з 2014 року зросла у 5 разів;
- друге місце займають вітряні електростанції (22%);
- потужність промислових вітряних електростанцій з 2014 року зросла приблизно у 1,7 раз;
- третє місце займають сонячні електростанції домогосподарства (5%);
- потужність домогосподарських сонячних електростанцій з 2014 року зросла у 1570 разів;
- сонячні та вітрові електростанції мають позитивну тенденцію росту на протязі останніх років.

У 2019 року в Україні планується реалізувати низку великих інвестиційних проектів. Зокрема, на півдні країни очікується старт проектів ВЕС загальною потужністю 400-500 МВт.

Станом на кінець 2018 року в стадії будівництва перебувало 13 ВЕС загальною потужністю 893,3 МВт. Ще 46 ВЕС на 3330,4 МВт перебували на стадії проектування (рисунок 2.6).

ВЕС, що будуються і проектується в регіонах України станом на 1 січня 2019 р.

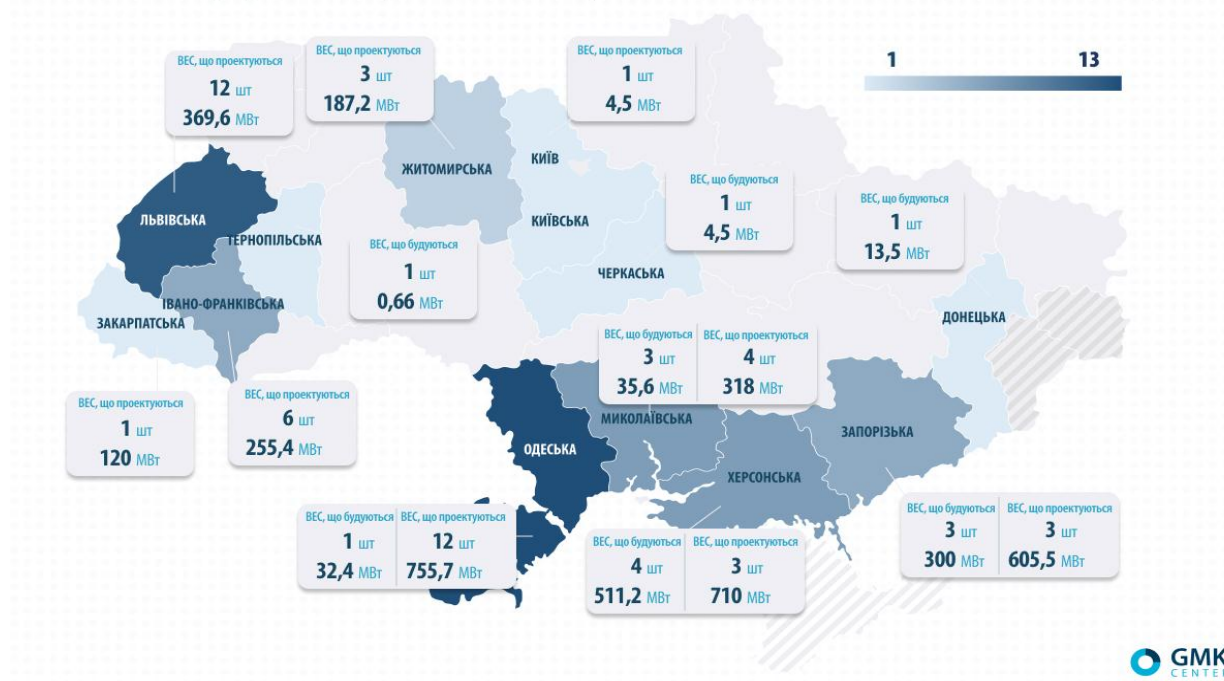


Рисунок 2.6 – Мапа вітряних електростанцій які будуються та проектується в регіонах України [29].

Наприклад, у стадії реалізації у компанії «ДТЕК ВДЕ» перебувають Приморський вітропарк (встановлена потужність 200 МВт), будівництво якого розділене на дві черги, і Орловська ВЕС (100 МВт), де вже тривають підготовчі роботи. Уже реалізовано проект Ботієвської ВЕС.

Світові інвестиції у вітроенергетику у 2018 році зросли порівняно з 2017 роком на 3% – до \$128,6 млрд. Це свідчить про помірний розвиток цього напрямку. У зв'язку зі збереженням фокуса на екологічних ініціативах у ЄС і в світі зростання будівництва потужностей у вітроенергетиці триватиме в середньо- і довгостроковій перспективі. Зокрема, в Європі до 2022 року щорічно очікується встановлення потужностей у середньому в 16,5 ГВт [29].

В Україні достатньо багато крупних сонячних електростанцій, деякі з них (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Мапа найпотужніших діючих сонячних електростанцій України [30].

З мап 2.6 та 2.7 можна побачити спільну тенденцію для вітро- та геліоустановок на території України, а саме чим ближче до північно-східних меж країни, тим збільшується чисельність та потужність вітряних та сонячних електростанцій.

3 ВІТРО- ТА ГЕЛІОУСТАНОВКИ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

3.1 Принцип роботи та структура установок

Вітро- та геліоустановки перетворюють енергію вітру та сонячного випромінювання, відповідно, у звичайну для нас електроенергію.

Принцип роботи сонячної батареї - полягає в ефекті напівпровідників. У якості напівпровідника виступає кремній. При нагріванні фотоелемента електрони з атомів кремнію вивільняються, а потім їх захоплюють атоми нижньої кремнієвої пластини. Потім електрони прагнуть повернутися на своє місце віддаючи свою енергію на зарядку акумуляторів при переході знову на верхню пластину.

Ефективність фотоелементів, створених за допомогою монокристалічного методу нанесення кремнію, є істотно вище, оскільки в такій ситуації кристали кремнію мають менше граней, що дозволяє електронам рухатися прямолінійно.

Конструкція сонячної батареї дуже проста. Основу конструкції пристрою становлять:

- корпус панелі;
- блоки перетворення;
- акумулятори;
- додаткові пристрої.

Корпус виконує виключно функцію скріплення конструкції, не маючи більше ніякої практичної користі. Основними елементами є блоки перетворювачів. Це і є фотоелемент, що складається з матеріалу-напівпровідника, яким є кремній. Можна сказати, що складаються сонячні батареї, пристрій і принцип роботи яких завжди однаковий, з каркаса і двох тонких шарів кремнію, який може бути нанесений на поверхню, як монокристалічним, так і полікристалічним методом.

Від методу нанесення кремнію залежить вартість батареї, а також її ефективність. Якщо кремній наноситься монокристалічним способом, то ефективність батареї буде максимально високою, як і вартість. Якщо говорити про те, як працює сонячна батарея, то не потрібно забувати про акумулятор. Як правило, використовується два акумулятори. Один є основним, другий - резервним. Основний накопичує електроенергію, відразу ж направляючи її в електричну мережу. Другий накопичує надлишкову електроенергію, після чого направляє її в мережу, коли напруга падає. Серед додаткових пристроїв можна виділити контролери, які відповідають за розподіл електроенергії в мережі і між акумуляторами. Як правило, вони працюють за принципом простого реостата.

Дуже важливими елементами сонячної панелі можна назвати діоди. Цей елемент встановлюється на кожну четверту частину блоку перетворювачів, захищаючи конструкцію від перегріву через надмірне напруження. Якщо діоди не встановлені, то є велика ймовірність, що після першого дощу система вийде з ладу [31].

Принцип роботи вітрогенератора - в основу функціонування покладена трансформація кінетичної енергії вітру в механічну енергію ротора, яка потім перетворюється в електроенергію.

Принцип роботи досить простий: обертання лопатей, закріплених на осі пристрою, призводить до кругових рухів ротора генератора, завдяки чому виробляється електроенергія.

Одержуваний нестабільний змінний струм «стікає» в контролер, де він перетвориться в постійну напругу, здатне зарядити батареї.

Класична установка включає в себе наступні складові частини:

- генератор;
- лопаті;
- щогла вітряка;

- акумулятори;
- контролер;
- пристрій автоматичного перемикавання;
- датчик напрямку вітру;
- інвертор [32].

Загальна схема підключення вітро- та геліоустановок ідентична, за винятком самої установки (рисунок 3.1).

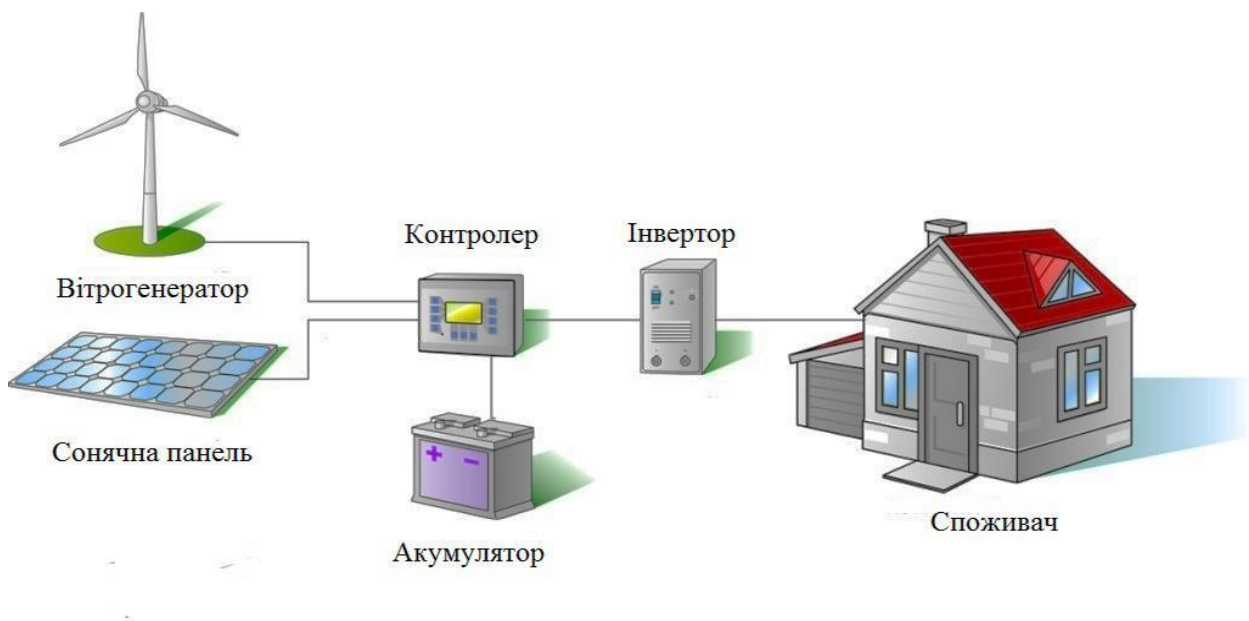


Рисунок 3.1 – Схема підключення геліо- та вітроустановок до споживача.

3.2 Види вітро- та геліоустановок

Види вітроустановок:

- Горизонтальні (класичні) вітрогенератори (рисунок 3.2). Вони мають 3-5 лопатей, на горизонтальній осі. Обертаючись з високою швидкістю, такі елементи дозволяють отримати максимальну кількість енергії. Потуж-

ність на пряму залежить від висоти вітроустановки. Використовуються в промислових і комерційних вітропарках, однак вони підходять і для побутового застосування.



Рисунок 3.2 – Горизонтальний вітрогенератор (класичний)

- Вертикальний вітрогенератор (рисунок 3.3-3.4). Замість лопатей обертається вітроколесо. Вертикальні установки невибагливі до швидкості вітру, тому що обертаються за рахунок турбулентних потоків. Для підвищення електрогенерації вертикальних вітроустановок, також як і у класичних, слід підвищити їх розмірні параметри.



Рисунок 3.3 – Вертикальний вітрогенератор, ротор Савоніуса.



Рисунок 3.4 – Вертикальний вітрогенератор, ротор типу Бочка.

- Вітрогенератори «Ротор Дар'є» (рисунок 3.5-3.7). Такі пристрої відносяться до категорії вертикальних вітряних турбін, проте мають виражені відмінності в конструкції. Завдяки подібним особливостям, досягається зниження шуму, а також виростає коефіцієнт використання енергії вітру, який наближається до показників горизонтальних моделей.



Рисунок 3.5 – Вертикальний гелікоїдний вітрогенератор.



Рисунок 3.6 – Вертикальний генератор з прямими лопатями.



Рисунок 3.7 – Вертикальний вітрогенератор Дар'є.

- Парусні вітрогенератори (рисунок 3.8). Основна конструктивна особливість полягає у вітроколесі, яке покрите багатьма лопатей або вітрил, з відсутнім аеродинамічним профілем. Вони дуже популярні в народному господарстві. Тому що їх конструкції легкі в монтажі та експлуатації [32].



Рисунок 3.8 – Парусний вітрогенератор.

Види геліоустановок:

- Монокристалічні сонячні панелі (рисунок 3.9). Сучасні монокристалічні кремнієві пластини (mono-Si) мають рівномірний темно-синій колір по всій поверхні. Для їх виробництва використовується найбільш чистий кремній. Монокристалічні фотоелементи серед усіх кремнієвих пластин мають найвищу ціну, але забезпечують і найкращий ККД. Висока вартість виробництва обумовлена складністю орієнтації всіх кристалів кремнію в одному напрямку. Через таких фізичних властивостей робочого шару максимальний ККД забезпечується тільки при перпендикулярному падінні сонячних променів на поверхню пластини.

Монокристалічні батареї вимагають додаткового обладнання, яке автоматично повертає їх протягом дня, щоб площину панелей була максимально перпендикулярна сонячним променям.

Шари кремнію з односторонньо орієнтованими кристалами вирізаються з циліндричного бруска металу, тому готові фотоелектричні блоки мають вигляд закругленого по кутах квадрата.



Рисунок 3.9 – Монокристалічна сонячна батарея.

- Полікристалічні сонячні панелі (рисунок 3.10). Полікристалічні кремнієві панелі (multi-Si) мають нерівномірний по інтенсивності синій колір через різнобічної орієнтованості кристалів. Чистота кремнію, використовуваного при їх виробництві, трохи нижче, ніж у монокристалічних аналогів. Різносторонність кристалів забезпечує високий ККД при розсіяному світлі - 12-18%. Він нижче, ніж в одностороньованих кристалах, але в умовах похмурої погоди такі панелі виявляються більш ефективні. Неоднорідність матеріалу призводить і до зниження собівартості виробництва кремнію. Очищений метал для полікристалічних сонячних панелей без особливих хитрувань заливається в форми. На виробництві використовуються спеціальні технічні прийоми для формування кристалів, проте їх спрямованість не контролюється. Після

охолодження кремній нарізають шарами і обробляють за спеціальним алгоритмом. Полікристалічні панелі не вимагають постійної орієнтації в бік сонця, тому для їх розміщення активно використовуються дахи будинків і промислових будівель.



Рисунок 3.10 – Полікристалічна сонячна батарея.

- Аморфні сонячні панелі (рисунок 3.11). Механізм виробництва сонячних панелей з аморфного кремнію принципово відрізняється від виготовлення кристалічних фотоелектричних елементів. Тут використовується не чистий неметалл, а його гідрид, гарячі пари якого осідають на підкладку. В результаті такої технології класичні кристали не утворюються, а витрати на виробництво різко знижуються. На даний момент існує вже три покоління панелей з аморфного кремнію, в кожному з яких помітно підвищується ККД. Якщо перші фотоелектричні модулі мали ефективність 4-5%, то зараз на ринку масово продаються моделі другого покоління з ККД 8-9%. Аморфні панелі останньої розробки мають ефективність до 12% і вже починають з'являтися в

продажу, але вони поки ще досить дорогі. За рахунок особливостей даної виробничої технології, створити шар кремнію можна як на жорсткій, так і на гнучкій підкладці. Через це модулі з аморфного кремнію активно використовуються в гнучких тонкоплівкових сонячних модулях. Але варіанти з еластичною підкладкою коштують набагато дорожче. Фізико-хімічна структура аморфного кремнію дозволяє максимально поглинати фотони слабкого розсіяного світла для генерації електроенергії. Тому такі панелі зручні для застосування в північних районах з великими вільними площами. Чи не знижується ефективність батарей на основі аморфного кремнію і при високій температурі, хоча вони і поступаються за цим параметром панелям з арсеніду галію [31].



Рисунок 3.11 – Аморфна сонячна батарея.

У купі характеристик, найбільш доцільно використовувати горизонтальні вітроустановки та полікристалічні сонячні панелі на території України. Горизонтальні вітроустановки дуже вибагливі до стихійних лих, таких як урагани, яких у нас немає, тому на території України їм нічого не загрожує. Полікристалічні сонячні панелі краще працюють при розсіяному

світлі у хмарну погоду, більш дешевші ніж монокристалічні, а також не потребують постійної орієнтації на сонце.

3.3 Переваги та недоліки установок

Переваги вітроустановок:

- **Екологічність.** Установки використовують поновлюване джерело енергії, яким можна користуватися постійно, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Електрика, що виробляється вітрогенераторами замінює енергію теплових електростанцій, зменшуючи викид парникових газів.
- **Універсальність.** Вітрові електростанції можна будувати практично скрізь: на рівнинах, в горах, на полях, на островах і навіть на мілководді. Вітрова енергія особливо цінується в віддалених місцях, куди складно протягнути звичні електричні комунікації. Вітрогенератори в цьому випадку дозволяють налагодити енергопостачання об'єктів, забезпечуючи йому незалежність від випадкових чинників (наприклад, від недоставлені вчасно палива).
- **Ефективність використання.** Сучасні моделі переробляють енергію навіть слабких вітрів - мінімальна межа становить 3,5 м / с. Подібним чином можна проводити допоставку електроенергії в централізовану мережу, а також організувати електропостачання окремих об'єктів (острівних або локальних) незалежно від їх потужності.
- **Гідна альтернатива традиційним джерелам.** Стаціонарні вітрові електростанції можуть повністю забезпечити електрикою житловий будинок або навіть дрібний виробничий об'єкт. В цьому випадку турбіна буде накопичувати в акумуляторах необхідний запас електроенергії, призначений для використання під час тихих періодів.

- **Економічність.** У порівнянні з традиційними джерелами електричної енергії (газ, торф, кам'яне вугілля, нафта), вітротурбіни дозволяють значно знизити енерговитрати. У багатьох випадках споруда вітроелектростанції обходиться дешевше, ніж підключення до існуючих енергосистем.

Недоліки вітроустановок:

- Величину сили вітру складно передбачити заздалегідь, так як вона часто змінюється. Через це бажано продумати підстрахування, передбачивши дублюючий джерело енергії (солярні панелі, підключення до електромережі).

- Вертикальні пристрої наражаються на небезпеку руйнування лопатей гвинта через вплив відцентрових сил при обертанні лопатей навколо головної осі. Внаслідок подібного ефекту важливі елементи конструкції з часом деформуються і руйнуються, а механізм виходить з ладу.

- Вітряки краще встановлювати на вільному просторі, оскільки розташовані поруч будівлі можуть «гасити» вітер, утворюючи «мертву» повітряну зону.

- Для збереження надлишкової енергії вітротурбін необхідно передбачити в конструкції використання акумуляторів та інших додаткових приладів, що служать для перетворення отриманого електрики в струм з відповідними споживчими характеристиками.

- При роботі вітряні генератори видають шум, який може заподіювати дискомфорт людям, відлякувати тварин. Лопаті установок можуть також стати причиною загибелі підлетіли до них птахів [32].

Переваги геліоустановок:

- Це невичерпне енергоресурс, і розвиток геліотехнологій - це суттєвий внесок в життя майбутніх поколінь.

- Геліосистеми можуть працювати в будь-якій точці землі - як на екваторі, так і в Антарктиді. Температура повітря ролі не грає, необхідний лише доступ до сонячного світла.

- СЕС надають мінімальний вплив на навколишнє середовище. Звичайно, і виготовлення, і транспортування, і встановлення геліосистем супроводжуються викидами в атмосферу, але в порівнянні з традиційними енергосистемами, ці незначні ефекти.

- У геліосистемах немає особливих рушійних вузлів, крім, наприклад, сервоприводу, який регулює розташування панелей в просторі. Тому геліостанції працюють безшумно. Це дозволяє встановлювати СЕС навіть на дахах і стінах житлових будинків.

- Сонячні електростанції зберігають свою ефективність 25 років. Після цього терміну деякі показники знижуються, але станція продовжує працювати. Оновлювати систему можна частинами, замінюючи окремі модулі на нові.

- Геліосистеми застосовуються в різних сферах: вони постачають електрику в важкодоступні регіони, де немає централізованих електромереж; використовуються для опріснення води; живлять супутники на орбіті і так далі.

- Потенціал СЕС зростає з розвитком науки. Відкриття в квантовій фізиці і нанотехнології дозволять збільшити потужність геліостанцій. А інженерний розробки зможуть перетворити житловий будинок в маленьку СЕС.

Недоліки геліоустановок:

- Ефективність СЕС залежить від часу доби і погодних умов. Ночами сонце не світить, а в умовах хмарності світло занадто розсіяний. Хоча, наприклад, вакуумні СЕС дуже чутливі до інфрачервоного випромінювання, тому накопичують геліоенергії навіть в похмуру погоду (нехай і з більш низькою ефективністю). В основному ж, ця проблема сонячних електростанцій вирішується за рахунок обладнання їх акумуляторами для запасання енергії і подальшого її використання в несприятливих для СЕС умовах.

- Технічне обслуговування геліостанцій. Незалежно від типу, геліопанелі регулярно потребують очищення від пилу. Крім того, деякі типи панелей можуть перегріватися, тому вони потребують систем охолодження або вентиляції.
- Атмосфера над СЕС може нагріватися настільки, що пролітають над нею птахи просто випаровуються. За деякими джерелом, над великими геліоустановками гине одна птах кожні дві хвилини.
- Хоча геліоенергетика вважається, в цілому, «зеленою» галуззю, виготовлення геліоустановок відбувається з викидом парникових газів.
- Сучасні геліопанелі володіють потужністю енергоносія близько 16-18 Ватт на квадратний метр. Цей показник можна одночасно вважати гідністю і недоліком сонячної електростанції. У цьому сонячна енергетика перевершує інші альтернативні джерела енергії, але поступається традиційним - вугіллю, газу, нафти і атомної енергії.
- Геліоустановки все ще відрізняються високою вартістю, і це головний спірний момент в їх використанні. Це викликано, наприклад, застосуванням в них рідкісних і дорогих елементів: телуру та індію. Та й акумуляторні батареї, які стабілізують надходження енергії від геліоустановок, обходяться в чималі суми. Питання вартості найчастіше вирішується на державному рівні, коли влада пропонує субсидії підприємствам і приватним особам для переходу на сонячне електропостачання [34].

3.4 Перспективні регіони та території України

Одна з дуже привабливих територій України для альтернативної енергетики є Чорнобильська зона.

Потенціал генерації електроенергії з сонячного випромінювання. Основні прийняті параметри розрахунку доступної потужності сонячних електростанцій (СЕС) (рисунок 3.12):

- загальна площа зони відчуження: 2044 кв. км (204400 га);
- території, вільні від лісу та інших об'єктів (населених пунктів, до-ріг, боліт, річок тощо): 67000 га.
- Прийнято, що максимально можлива територія під забудову – 67000 га.
- розрахункова встановлена потужність з одиниці площі: 0,5 МВт з 1га;
- коефіцієнт використання встановленої потужності СЕС – 0,11 (показник свідомо занижений для врахування можливих особливостей експлуатації);
- оптимістичний сценарій використання площі під забудову СЕС – 30%;
- песимістичний сценарій використання площі – 10%.

Сценарій (% забудови території)	Площа, га	Встановлена потужність СЕС, МВт	Річна генерація електроенергії, млрд.кВт-год
Оптимістичний (30%)	20000	10000	9,64
Песимістичний (10%)	6700	3350	3,23

Рисунок 3.12 – Сценарій забудови СЕС зони відчуження, Інституту відновлюваної енергетики НАН України [35].

Оцінка вітрового енергетичного потенціалу зони відчуження. Розрахунок виконано для моделі ВЕУ потужністю 2 МВт Vestas V110-2.0 з висотою осі ротора 125 м, спеціально розробленої для площадок зі зниженою швидкістю вітру (Low Speed Site) (рисунок 3.13).

Розрахункова встановлена потужність на одиниці площі: 0,1 МВт з 1Га (рекомендована відстань між ВЕУ – не менше 4 діаметрів ротора, в даному випадку 450 м):

- Землевідвід (фундамент, монтажна площадка) становить приблизно 0,3 Га/МВт; решта території, тобто 97%, може використовуватися для спорудження СЕС, вирощування біопалива то-що.
- Оптимістичний сценарій використання площі під забудову ВЕС – 30%;
- Песимістичний сценарій – 10% (як і для сонячних станцій) [35].

Сценарій (% забудови території)	Площа забудови, га	Встановлена потужність, МВт	Річна генерація електроенергії, млрд.кВт*год	
			$\alpha=0,14$	$\alpha=0,22$
Оптимістичний (30%)	20000	2000	5,0	6,7
Песимістичний (10%)	6700	670	1,7	2,2

Рисунок 3.13 – Сценарій забудови ВЕС зони відчуження, Інституту відновлюваної енергетики НАН України [35].

Згідно з мапою деградованих територій України (рисунок 3.14).

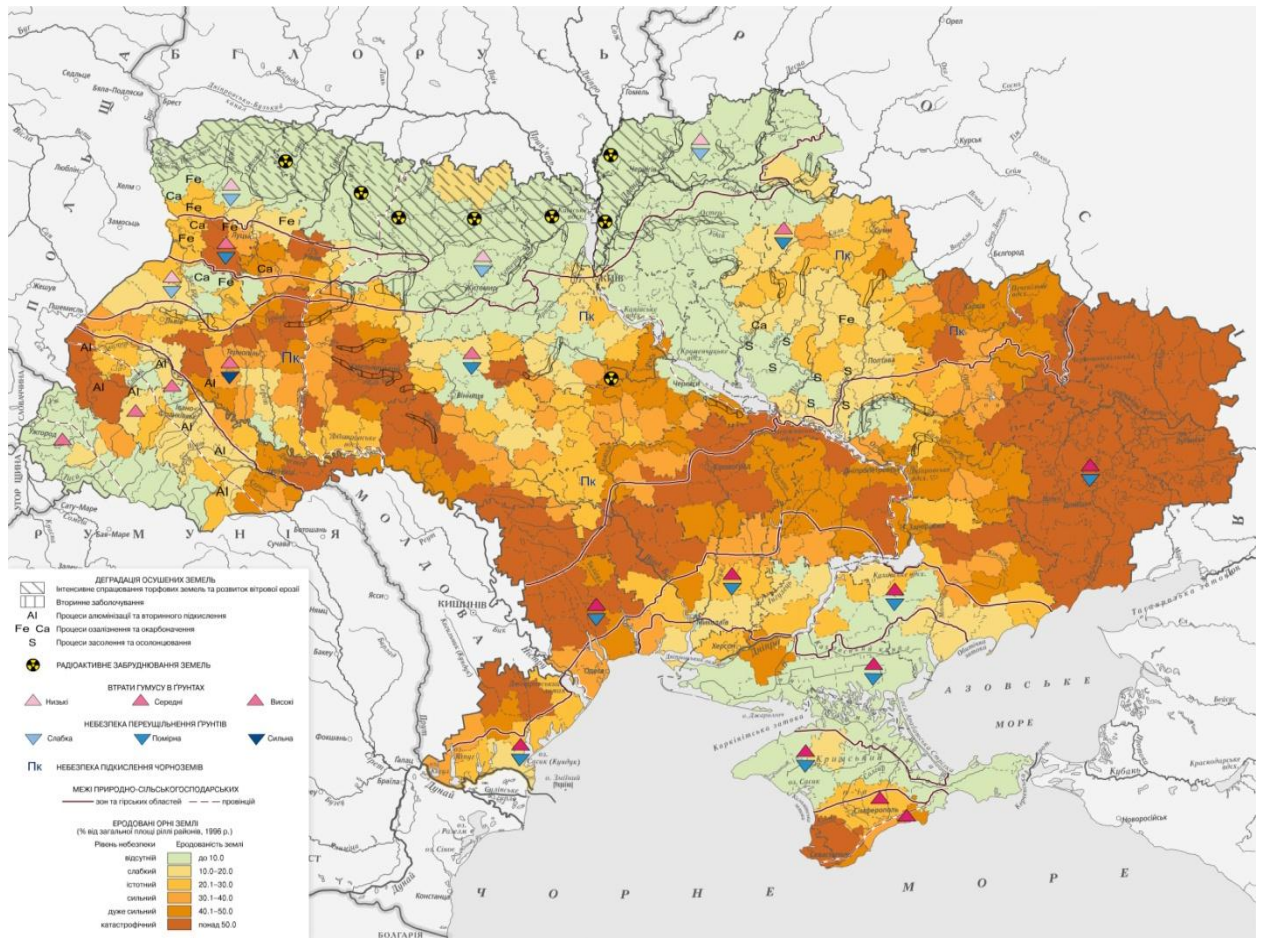


Рисунок 3.14 – Мапа деградованих земель України [36].

Була зроблена карта найбільш деградованих територій під ефективну забудову геліо- та вітроустановками (рисунок 3.14).

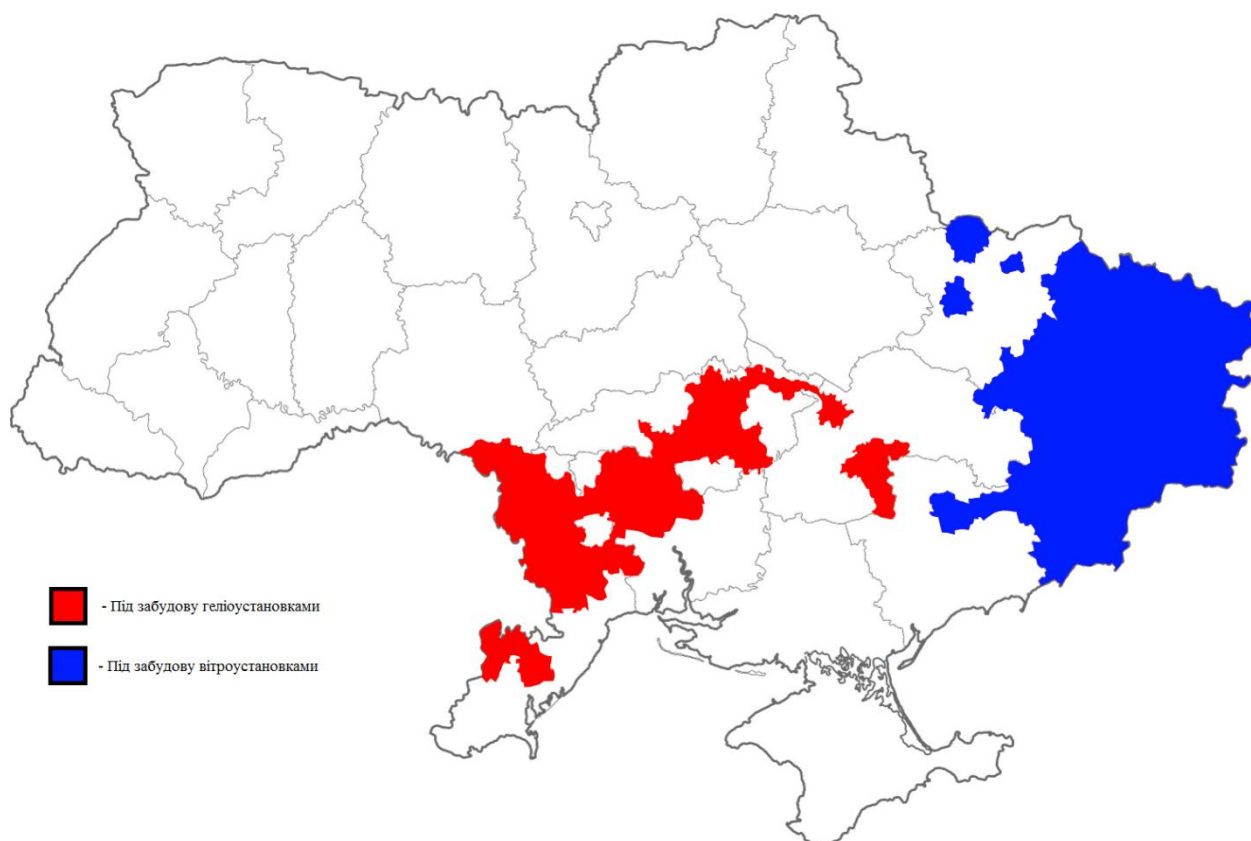


Рисунок 3.14 – Мапа деградованих територій для ефективної забудови геліо- та вітроустановками згідно з клімато-географічними умовами України (складено автором).

На мапі показані еродовані орні землі з катастрофічним рівнем деградації, які знаходяться у найбільш сприятливих для роботи геліо- та вітроустановок клімато-географічних умовах. Через те що ці землі не використовуються за прямим призначенням, їх можна використати під альтернативну енергетику. Червоним кольором відмічені території під забудову гілоустановками, а синім під забудову вітроустановками.

ВИСНОВКИ

Енергетика України у 2023-2025 роках зіткнеться з великими труднощами, а саме у ці роки вийдуть з експлуатації останні ядерні реактори на всіх атомних електростанціях України, які виробляють половину усієї електрогенерації в Україні. Тому країні дуже швидко треба знайти заміну атомним електростанціям. Зараз усі атомні електростанції представляють собою бомби повільної дії про що свідчить все більша кількість стабільних відключень, профільне видання Energy Research & Social Science вже пророчить крупну аварію на одній з Українських АЕС у ближчі декілька років з вірогідністю у 80%, видання виділяє Рівненську та Південно-Українську АЕС тому що у першій найбільш старі реактори, а у другій не вирішене питання з охолодженням.

Як одне з вирішень цієї дуже актуальної проблеми є впровадження вітро- та геліоустановок, які мають невичерпний ресурс енергії, екологічність та безпечність експлуатації.

На основі проведеного у бакалаврській кваліфікаційній роботі дослідження можна зробити наступні висновки.

1. Територія України має значний клімато-географічний потенціал для впровадження та подальшого розвитку вітро- та геліоустановок.
2. Вже сьогодні вітро- та геліоустановки займають лідируючі місця у альтернативній енергетиці України, та продовжують зростати. Станом на перший квартал 2019 року основну частку (66%) у структурі альтернативної енергетики України займають сонячні електростанції, друге місце - вітряні електростанції (22%).
3. Впровадження цих установок поліпшуватиме стан навколишнього середовища, шляхом скорочення чисельності традиційних електростанцій та зменшенням викидів з них.

4. Високий «Зелений тариф» в Україні приваблює велику кількість інвесторів через те, що їх вкладення швидко окупаються (5-7 років).

5. В Україні достатньо деградованих територій, які ніяк не використовуються, але при їх зарученні під альтернативну енергетику шкода навколишньому середовищу буде мінімальна при достатній ефективності установок.

6. Найбільш доцільно використовувати території з найбільшим клімато-географічним потенціалом, а саме південні та південно-східні регіони. Зокрема такі області як: Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Кіровоградська, Донецька та Луганська.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Історія альтернативної енергетики в датах // SmartEco. URL: <https://smarteco.biz.ua/eco-energy-history/> (дата звернення: 19.04.2019).
2. Альтернативна енергетика: джерела енергії майбутнього // FuturuM URL: <https://futurum.today/alternatyvna-enerhetyka-dzherela-enerhii-maibutnoho/> (дата звернення: 19.04.2019).
3. Доля альтернативной энергетики в мире // Eenergy^{ua}. URL: <https://eenergy.com.ua/ru/baza-znaniy/dolya-alternatyvnoj-energetyky-v-mire/> (дата звернення: 20.04.2019).
4. Energy cooperatives in the world. Experience that should be required to adopt Ukraine // “Energy Saving Concept”. URL: <https://en.alternative-energy.com.ua/energy-cooperatives-in-the-world-experience-that-should-be-required-to-adopt-ukraine/> (дата звернення: 21.04.2019).
5. Інформаційна стаття незалежного журналістського порталу // M!nd. URL: <https://mind.ua/news/20172468-v-abu-dabi-pobuduyut-sonyachnu-elektrostantsiyu-na-12-gvt> (дата звернення: 20.04.2019).
6. Інформаційна стаття з ресурсу об інноваціях та передових технологіях в енергетиці // RenEn. URL: <http://renen.ru/approximately-200-gw-of-solar-and-wind-power-plants-will-be-built-in-the-world-in-2019-bnef/> (дата звернення: 22.04.2019).
7. Інформаційна стаття з ресурсу об інноваціях та передових технологіях в енергетиці // RenEn. URL: <http://renen.ru/according-to-ihf-markit-in-2019-129-gw-of-solar-power-plants-will-be-installed-in-the-world/> (дата звернення: 22.04.2019).

8. Інформаційна стаття // Eco-Electrics. URL: <https://eco-electrics.com.ua/ru/news/u-2019-rotsi-v-sviti-bude-vstanovleno-129-gvt-soniachnih-elektrostantsii> (дата звернення: 23.04.2019).
9. Напруга зростає. Зелена енергетика розвивається в Україні рекордними темпами // НВ. URL: https://biz.nv.ua/ukr/economics/napruga-zrostaye-zelena-energetika-rozvivayetsya-v-ukrajini-rekordnimi-tempami-50013601.html?prefer_lang=ukr (дата звернення: 24.04.2019).
10. How will the solar energy market change in 2019? // “Energy Saving Concept”. URL: <https://en.alternative-energy.com.ua/how-will-the-solar-energy-market-change-in-2019/> (дата звернення: 24.04.2019).
11. 5 необычных конструкций ветрогенераторов // Elektrik.info. URL: <http://elektrik.info/main/news/915-5-neobychnyh-konstrukciy-vetrogeneratorov.html> (дата звернення: 25.04.2019).
12. Висотні дирижаблі-вітряки – друге дихання енергії вітру // “Energy Saving Concept”. URL: <https://alternative-energy.com.ua/1609/> (дата звернення: 26.04.2019).
13. 5 необычных конструкций ветрогенераторов // Elektrik.info. URL: <http://elektrik.info/main/news/915-5-neobychnyh-konstrukciy-vetrogeneratorov.html> (дата звернення: 26.04.2019).
14. Інформаційна стаття // DomS. URL: <http://doms.com.ua/arxitektura-i-interer/tornado-v-ekologicheskoy-razvitiy-goroda-novatorskiy-proekt-zdaniya-gullwing-twin-wind-towers-ot-italyanskix-arxitektorov.html> (дата звернення: 27.04.2019).
15. Country and regional maps // PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM. URL: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html#! (дата звернення: 30.04.2019).

16. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України за 2001 р. / Національна Академія Наук України. URL: <http://saee.gov.ua/sites/default/files/Kudria.pdf> (дата звернення: 30.04.2019).
17. Ветроэнергетика Украины // NACEP. URL: <http://nacep.ru/novosti-energetiki/alternativnaya-energetika/vetroenergetika-ukrainy.html> (дата звернення: 31.04.2019).
18. Альтернативна енергетика в Україні демонструє фантастичне зростання // Eenergy^{ua}. URL: <https://eenergy.com.ua/news/alternatyvna-energetyka-v-ukrayini-2/> (дата звернення: 31.04.2019).
19. Новини // Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <http://saee.gov.ua/uk/news/2731> (дата звернення: 03.05.2019).
20. Відновлювана енергетика в Україні за рік зросла на 740 МВт // Eenergy^{ua}. URL: <https://eenergy.com.ua/news/vidnovlyuvana-energetyka-v-ukrayini/> (дата звернення: 04.05.2019).
21. Зелені аукціони // Eenergy^{ua}. URL: <https://eenergy.com.ua/baza-znan/zeleni-auksiony/> (дата звернення: 06.05.2019).
22. Тренди альтернативної енергетики України 2019 // Eenergy^{ua}. URL: <https://eenergy.com.ua/news/trendy-alternatyvnoyi-energetyky-ukrayiny-2019/> (дата звернення: 06.05.2019).
23. Генерація альтернативної енергетики в Україні зросла на 52% // Національний промисловий портал. URL: <https://uprom.info/news/energy/heneratsiia-alternatyvnoi-enerhetyky-v-ukraini-zrosla-na-52/> (дата звернення: 06.05.2019).
24. В Україні будують 8 вітроелектростанцій потужністю 1ГВт // Національний промисловий портал. URL: <https://uprom.info/news/energy/v-ukraini-buduiut-8-vitroelektrostantsij-potuzhnistiu-1hvt/> (дата звернення: 06.05.2019).

25. Компанія Kness зведе близько 500 МВт потужностей сонячних електро-станцій // Національний промисловий портал. URL: <https://uprom.info/news/energy/kompaniia-kness-zvede-blyzko-500-mvt-potuzhnostej-soniachnykh-elektrostantsij/> (дата звернення: 07.05.2019).
26. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року // Кабінет Міністрів України. 2014 р. № 902-р. С. 1-8.
27. Перспективи альтернативної енергетики в Україні // Eenergy^{ua}. URL: <https://eenergy.com.ua/technology/perspektyvy-alternatyvnoyi-energetyky-v-ukrayini/> (дата звернення: 10.05.2019).
28. Промінь світла // GMK Center. URL: <https://gmk.center/ua/posts/promin-svitla-bum-u-sonyachnij-energetici-obicyaie-zrostannya-popitu-na-prokat/> (дата звернення: 11.05.2019).
29. Метал на вітер // GMK Center. URL: <https://gmk.center/ua/posts/metal-na-viter-yaku-metprodukciju-vikoristovujut-pri-budivnictvi-ves/> (дата звернення: 11.05.2019).
30. Солнечные электростанции Украины на карте // Eenergy^{ua}. URL: <https://eenergy.com.ua/ru/solar-ru/solnechnye-elektrostantsii-ukrainy-na-karte/> (дата звернення: 11.05.2019).
31. Как работают солнечные батареи // Solar-energ. URL: <https://solar-energ.ru/kak-rabotayut-solnechnye-batarei-printsip-ustrojstvo-materialy.html> (дата звернення: 21.05.2019).
32. Кинетический ветрогенератор // Совет инженера. URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/generators/kineticheskij-vetrogenerator.html> (дата звернення: 22.05.2019).
33. Виды солнечных батарей // Совет инженера. URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/sun/vidy-solnechnyx-batarej.html> (дата звернення: 21.05.2019).

34. Плюсы и минусы солнечных электростанций // AltEnergiya. URL: <https://altenergiya.ru/sun/plyusy-i-minusy-solnechnyx-elektrostantsij.html> (дата звернення: 23.05.2019).
35. Потенціал відновлюваних джерел енергії України, Київської області та Чорнобильської зони // Національна академія наук України. URL: <http://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/tpp-may-2017.pdf> (дата звернення: 23.05.2019).
36. Карта деградации почв Украины // Nonews. URL: <http://stat.nonews.co/ukraine/maps/soil-degradation/> (дата звернення: 23.05.2019).