

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: **Оцінка енергоефективності застосування сонячно-вітрових
енергоустановок для електропостачання підприємств**

Виконав: студент 6 курсу, групи ЕМм-61
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка і електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

	_____	Леуш Б. М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	Козак К. М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	Коваль В. П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	Габрусєва І. Ю
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Реферат

Магістерська робота «Оцінка енергоефективності застосування сонячно-вітрових енергоустановок для електропостачання підприємств» складається з 106 сторінок, 35 рисунків, 8 таблиць, а також містить 36 джерел в переліку посилань.

У роботі розглянуто можливість застосування сонячно-вітрових енергоустановок, проаналізовано існуючі схеми для автономно-мережевих систем електропостачання на базі вітро-сонячної генерації. Даний аналіз показав, що найбільш перспективними в області побудови автономних систем енергозабезпечення для населених пунктів Західної України є застосування гібридних систем на базі структури вітро-сонячно станції.

Метою магістерської роботи є оцінка енергоефективності застосування сонячно-вітрових енергоустановок для електропостачання підприємств.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення енергії вітру та сонячного випромінювання в електричну енергію, гібридною системою в умовах Західної України.

Впровадження в практику пропозицій та результати дослідження рекомендовані до практичного застосування споживачам з централізованим електропостачанням яке не в змозі забезпечити вимоги високотехнологічного обладнання щодо надійності електропостачання та якості електричної енергії.

Ключові слова: сонячна енергетика, вітрогенератор, гібридна установка, вітросонячна система, поновлювальні джерела енергії.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Реферат	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Леуш Б.М.					4	106
Перевірив		Козак К. М.				ТНТУ, ФПТ,		
Консульт.		Козак К.М.				каф.електр.інжен. ЕММ-61		
Н.Контроль		Коваль В. П.						
Затверд.		Тарасенко М.						

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	9
1.ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	13
1.1.Ефективність використання сонячно-вітрової енергії.....	13
1.2.Розгляд та аналізів сонячно-вітрових енергоустановок.....	29
1.3.Перспективи розвитку сонячно-вітрових енергоустановок України та ЄС..	34
Висновки до розділу 1.....	40
2.ОСНОВНА ЧАСТИНА	42
2.1.Розрахунок автономно-мережевої гібридної установки для електропостачання малого підприємства.....	42
2.1.1.Загальні принципи побудови гібридної установки сонце – вітер.....	42
2.2.Визначення сумарної спожитої енергії за тиждень.....	46
2.3.Вибір вітрової установки.....	48
2.4.Дослідження вітрового потенціалу м. Яворів.....	50
2.5. Розрахунок вітроколеса.....	54
2.6.Дослідження притоку енергії від сонячної радіації.....	59
2.7.Вибір сонячних модулів.....	62
Висновки до розділу 2.....	75
СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	76
ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	81
4.1.Розрахунок капітальних затрат.....	81
4.2.Розрахунок експлуатаційних витрат.....	84
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	87
5.1.Основні причини виникнення пожеж на виробництві.....	87
5.2.Допомога при ураженні електричним струмом.....	89
5.3 Підвищення стійкості роботи об’єктів енергетики у воєнний час.....	92

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ					
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	ЗМІСТ					
Розробив		Леуш Б.М.						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Козак К. М.							5	106
Консульт.		Козак К.М.						ТНТУ, ФІТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		
Н.Контроль		Коваль В. П.								
Затверд.		Тарасенко М.Г.								

5.4.Запобігання виникненню та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного походження на об'єктах енергетики.....	94
ЕКОЛОГІЯ.....	97
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	102
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	103

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Адк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЕ – альтернативна енергетика

ВЕУ – вітроелектричні установки

ФЕУ – фотоелектричні установки

ПДЕ – поновлювані джерела енергії

ВДЕ – відновлювальні джерела енергії

ЦМЖ – центральна мережа живлення

СЕС – сонячна електростанція

СЕ – сонячні елементи

ККД – коефіцієнт корисної дії

ЕВА – етиленвінілацетатна плівка

ВЕС – вітрова електростанція

ВССЕ – вітросонячні системи електроживлення

ВВО – вертикальною віссю обертання

ЕЕ – електроенергія

КВП – концентратор вітрового потоку

ВР – вітроротор

СР – сонячна радіація

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Леуш Б.М.				ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Козак К.М.						7	106
Консульт.	Козак К.М.					ТНТУ,ФІТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		
Н.контр.	Коваль В.П.							
Затвердив	Тарасенко М.Г.							

ФЕП – фотоелектрична панель

ЦЗ – цивільний захист

ЗМУ – зброя масового ураження

ДСНС – Державна служба України з надзвичайних ситуацій

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Екологічна та енергетична кризи зумовлюють актуальність пошуку нових способів генерування електричної енергії або ж удосконалення уже існуючих. Опанування нових видів дешевої та екологічно чистої енергії є першочерговим завданням для всього людства. Протягом останніх десятиліть найбільшим в галузі альтернативної енергетики є попит на електричні станції та установки, що генерують електричну енергію від енергії вітру та енергії сонячного випромінювання, оскільки такі установки використовують «дружелюбні» поновлювані джерела енергії (ПДЕ) і не спричиняють викидів CO₂ в атмосферу.

Крім великої енергетики, у якій застосовуються потужні вітрові парки та сонячні станції, останнім часом щораз більшої популярності набувають малопотужні вітроелектричні установки (ВЕУ) та фотоелектричні установки (ФЕУ), які можуть забезпечувати потреби окремих споживачів електричної енергії, сприяючи тим самим децентралізації її генерування. Особливо ефективною є спільна робота цих пристроїв, оскільки випадкові інтервали їх роботи часто доповнюють один одного, краще забезпечуючи енергетичні потреби споживачів. Тому актуальним на сьогоднішній день є використання окремими споживачами установок для отримання електроенергії (ЕЕ) саме від енергії вітру та енергії сонячного випромінювання, оскільки останні є загальнодоступними.

Актуальність теми. На теперішній час у світі відбуваються значні зміни у підходах до формування енергетичної політики держав: здійснюється перехід від застарілої моделі функціонування енергетичного сектору, в якому домінують великі виробники, викопне паливо, неефективні мережі, недосконала конкуренція на ринках природного газу, електроенергії, вугілля – до нової моделі, в якій створюється більш конкурентне середовище,

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Леуш Б.М.						9	106
Перевірив	Козак К.М.							
Консульт.	Козак К.М.							
Н.контр.	Коваль В.П.							
Затвердив	Тарасенко М.Г.							
						ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		

вирівнюються можливості для розвитку й мінімізуються домінування одного з видів виробництва енергії або джерел та шляхів постачання палива. Разом з цим віддається перевага підвищенню енергоефективності й використанню енергії з альтернативних та відновлювальних джерел. Зазвичай при цьому враховуються та впроваджуються заходи із підвищення надійності функціонування енергосистем, а також, як результат, зменшення шкідливих викидів в атмосферу та адаптації до змін клімату.

Більша частина генеруючих активів та мереж енергопостачання зношена та неефективна. Переважна більшість блоків теплових електростанцій перевищили межу фізичного зношення й потребує ґрунтовної модернізації або заміни. Баланс потужності енергосистеми України характеризується дефіцитом регулюючих потужностей, що зумовлює нераціональне використання існуючих потужностей та високий рівень втрат. Неминуче скорочення споживання викопних ресурсів в якості органічного палива найближчим часом поставить першочерговим питанням використання інших джерел енергії, у тому числі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ).

Проте сучасний стан вітчизняної електроенергетики такий, що система централізованого електропостачання не в змозі забезпечити вимоги високотехнологічного обладнання щодо надійності електропостачання та якості електричної енергії. Перерви в електропостачанні складають близько 10% від загального часу технологічних процесів протягом року (проти 0,1% у розвинених країнах), а тривалість споживання неякісної електроенергії (особливо для сільських споживачів) складає близько 45% від загального часу роботи. Усі ці факти свідчать про те, що вітчизняна система електропостачання потребує докорінних змін.

На базі ВЕУ та ФЕУ в Україні, як правило, встановлюються малопотужні повністю автономні вітросонячні системи, розраховані на використання віддаленими від центральної мережі живлення (ЦМЖ) споживачами. В 2015 р. було прийнято відповідний закон, який дозволяє окремим споживачам

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		10

віддавати надлишок електроенергії, генерованої від ПДЕ вітру та сонця установками з потужністю до 30 кВт,

в ЦМЖ за «зеленим» тарифом та отримувати від цього прибуток, обумовили вибір теми магістерської роботи, її актуальність, мету, завдання та напрями дослідження.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської роботи є оцінка енергоефективності застосування сонячно-вітрових енергоустановок для електропостачання підприємств.

Для досягнення зазначеної мети у роботі вирішувались такі завдання:

- Проаналізувати існуючі схеми для автономних систем забезпечення на базі вітро-сонячної генерації;
- Сформувати на основі статистичної інформації електронну базу метеорологічних даних та проаналізувати регіональний вітровий та сонячний ресурси;
- Обґрунтувати ефективну конструкцію малопотужної вітросонячної установки для електрозабезпечення в умовах низькопотенціальних ресурсів вітру і сонця;
- Запропонувати варіант оптимізованої структури автономної системи електропостачання, що підвищує енергетичну ефективність її функціонування і забезпечує надійне електропостачання підприємства.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення енергії вітру та сонячного випромінювання в електричну енергію, гібридною системою в умовах Західної України.

Предметом дослідження є схеми гібридних установок для автономного електропостачання підприємства.

Методи дослідження. Теоретичним і методологічним підґрунтям магістерської роботи стали праці провідних вітчизняних та іноземних учених, методологія та загальносистемні принципи проведення комплексних наукових досліджень. Із спеціальних методів дослідження у роботі використані: абстрактно-логічний – при вивченні літературних джерел та дослідженні

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		11

розвитку поставлених проблем; теоретичного узагальнення – у процесі розкриття сутності категорії „альтернативні джерела енергії”; спостереження, порівняльних переваг, економічного аналізу, економіко-статистичний – при оцінці сучасного стану розвитку та використання альтернативних джерел енергії.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті дослідження запропоновано нову структуру комбінованої системи електроживлення окремого об'єкта з використанням електроенергії, що отримується від поновлюваних джерел енергії вітру і сонця та від централізованої електричної мережі, що забезпечує безперервне та економічно вигідне електричне живлення споживача . Застосовано системний підхід, комплексні дослідження функціонування і комбінованих автономних електрогенеруючих установок, що дозволило розкрити напрямки підвищення надійності електропостачання та можливості до ефективного використання енергоресурсів.

Практичне значення одержаних результатів. Полягає у можливості широкого застосування отриманих результатів для комплексного розв'язання задач надійного та ефективного автономного електропостачання для різних груп споживачів. Запропонована нова енергоефективна для умов з низькопотенціальними ПДЕ конструкція вітросонячної установки, що складається з ВЕУ з вертикальною віссю обертання та ФЕП для забезпечення енергетичних потреб споживача. Результати дослідження рекомендовані до практичного застосування споживачам з централізованим електропостачанням яке не в змозі забезпечити вимоги високотехнологічного обладнання щодо надійності електропостачання та якості електричної енергії.

Публікації.

1. Оцінка енергоефективності застосування сонячно-вітрових енергоустановок для електропостачання підприємств // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції, 20-21 червня 2019 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. – с. 295-296.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		12

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1.Ефективність використання сонячно-вітрової енергії.

Альтернативні джерела енергії займають провідне місце в питанні ресурсоефективності на підприємстві. Постійний ріст цін на природні ресурси, усвідомлення переваг «зеленої» економіки та боротьба зі зміною клімату змушує уряди багатьох розвинених країн розробляти нові законодавчі ініціативи як на національному, так і на міжнародному рівнях. Саме альтернативні джерела енергії допомагають підприємствам стати більш конкурентоспроможними за рахунок скорочення споживання традиційного палива, відмови від токсичних матеріалів, зменшення обсягів викидів, тому дослідження альтернативних джерел є надзвичайно актуальною темою [1].

У своїй статті С.В.Нараєвський стверджує що, альтернативна енергетика (АЕ) протягом ХХІ ст., розвивається швидкими темпами суттєво випереджаючи традиційну енергетику. Провідними напрямками розвитку АЕ, вже протягом тривалого часу, залишається сонячна енергетика (фотовольтаїка) та вітрова енергетика. Так, за підсумками 2017 р. на сонячну енергетику припадало 57,0 % (160,8 млрд дол.), а на вітрову енергетику — 38,0 % (107,2 млрд дол.) загальносвітової суми інвестованих коштів (279,8 млрд дол.) у різні напрями нетрадиційної енергетики . Отже ці два напрями АЕ отримали 95,0 % загальної суми інвестицій у відновлювальну енергетику загалом. За чисельністю працюючих у різних напрямках АЕ сонячна енергетика займає перше місце (3,38 млн осіб) у світі, а вітрова енергетика третє місце (1,15 млн осіб). На другій позиції знаходиться біоенергетика (3,06 млн осіб). Разом сонячна та вітрова енергетика забезпечують понад половину зайнятих (51,4 %), що працюють у альтернативній енергетиці (8,8 млн осіб). За темпами введення нових

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Леуш Б.М.				ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Козак К.М.						13	106
Консульт.	Козак КМ.					ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		
Н.контр.	Коваль В.П.							
Затвердив	Гарасенко М.Г.							

потужностей сонячна та вітрова енергетика суттєво випереджають інші види альтернативної енергетики та різні види технологій у традиційній енергетиці. Так, у 2017 році темпи зростання встановлених потужностей до попереднього року у сонячній енергетиці становили 32,0 %, а у вітровій енергетиці 10,1 %[2].

Враховуючи провідну роль цих напрямів АЕ, у розвитку світової енергетики, на даному історичному етапі, доцільним є проведення порівняльного аналізу ефективності використання встановлених потужностей, інвестованих коштів та задіяних працівників. Це надасть змогу визначити наскільки доцільним та ефективним є розвиток кожного із цих двох вище зазначених напрямів відновлювальної енергетики.

Сучасна енергетика в більшості ґрунтується на невідновлювальних джерелах енергії, які мають вичерпні запаси .За нинішніх темпів використання нафти та газу цих ресурсів людству вистачить на 50 років. У зв'язку з цим країни ЄС активно стимулюють запровадження альтернативних джерел енергії .

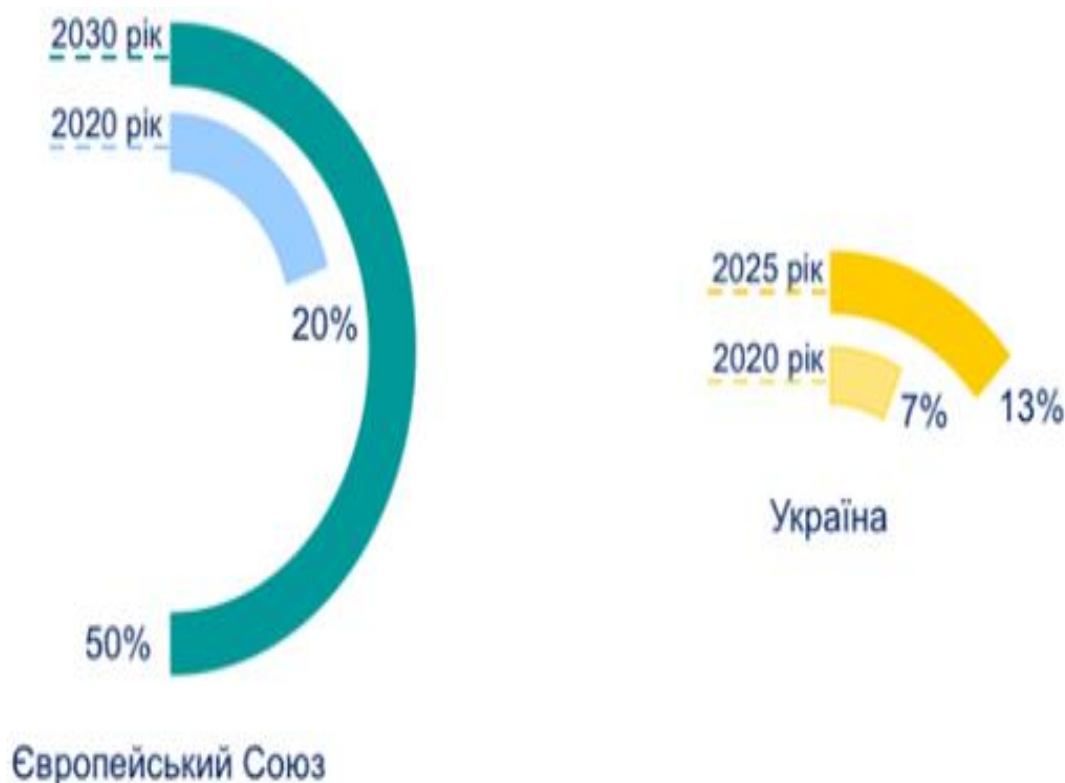


Рис.1.1. Частка альтернативних джерел енергії в структурі виробництва електроенергії [2].

У 2020 році частка нетрадиційної енергетики в структурі виробництва електроенергії має скласти до 20 %, а у 2030-му – вже 50 %. Плани України значно скромніші: відповідно до Енергетичної стратегії на період до 2035 року, частка відновлюваних джерел у генерації електроенергії у 2020 році має складати 7 %, а в 2025 – понад 13 %. Наразі динаміка запровадження нових потужностей відновлюваної енергетики в Україні з року в рік залишається позитивною – у 2017-му їх потужність склала 257 МВт, що в 2,1 раза більше, ніж попереднього року. Таким чином, у 2017 році загальна потужність відновлюваних джерел енергії в Україні зросла на 23 % – майже до 1375 МВт [1].

ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ СЕС
МВт



ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СЕС
млрд кВт·год

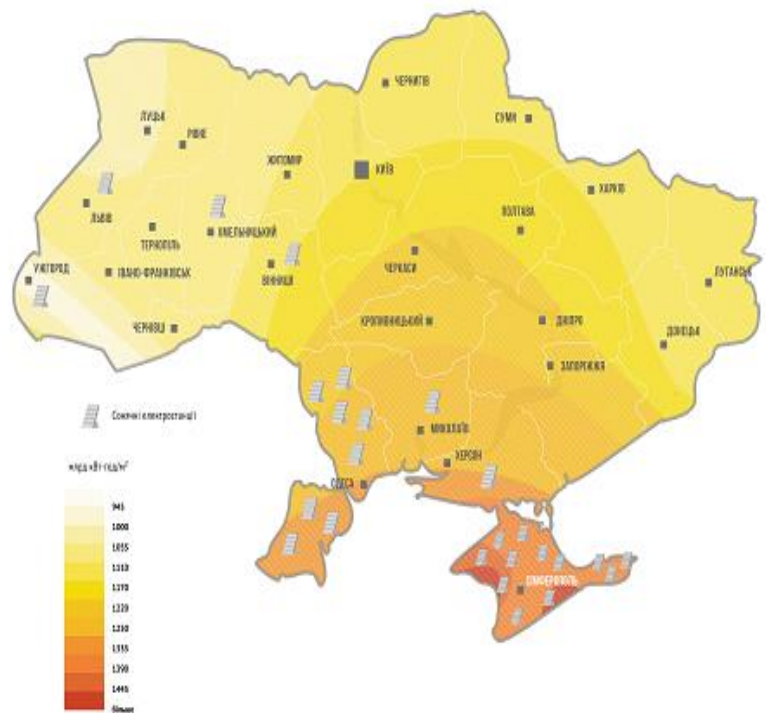
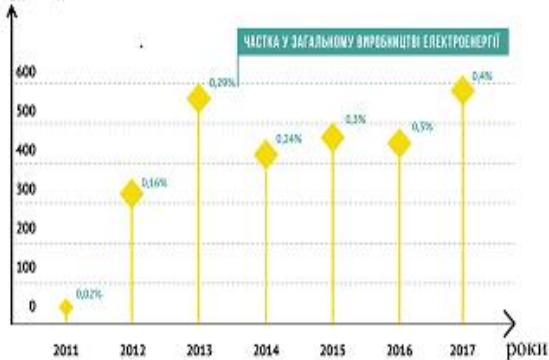


Рис.1.2.Розподіл питомої сонячної радіації в Україні протягом 2011 2017рр.[2]

Сонячна енергетика – найбільш динамічний сектор відновлюваної енергетики України. Встановлена потужність сонячних електростанцій в Україні у 2017 році склала 742 МВт, що на 211 МВт більше, ніж попереднього року. Завдяки великій кількості сонячних днів і помірній температурі повітря,

встановлені на території України сонячні станції працюють максимально ефективно. Розвиток альтернативної енергетики стимулює також високий зелений тариф – для промислових сонячних електростанцій (СЕС), побудованих у 2017–2019 роках, він становить 15 євроцентів; для СЕС цивільного зразка – 18 євроцентів. Завдяки цьому та відносній доступності СЕС їхній приблизний термін окупності в Україні становить 5-8 років[1].

На світовому ринку сонячна енергетика представлена, таким наступним основним асортиментом: сонячні колектори двох видів плоский та вакуумний, а також фотоелектричні панелі монокристалічні, полікристалічні, тонкоплівкові.

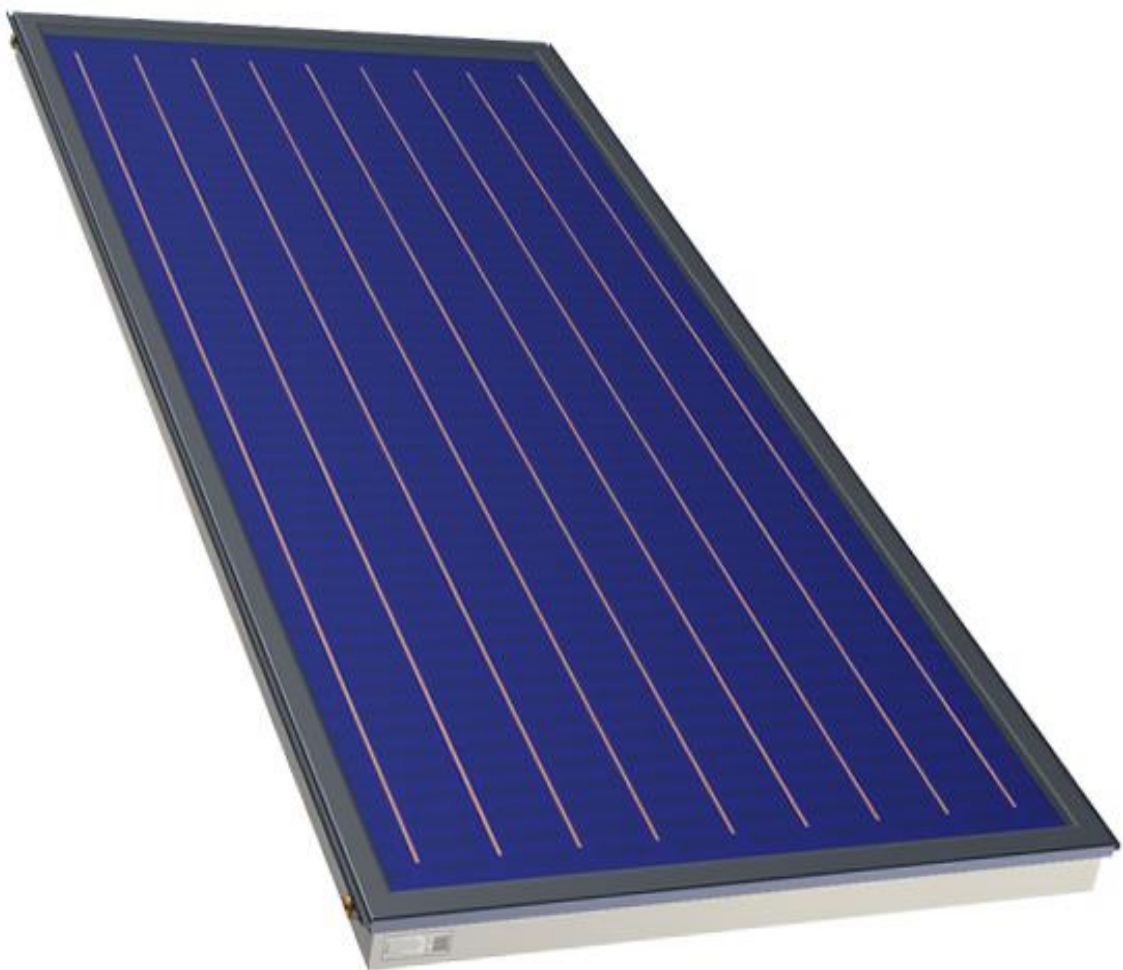


Рис.1.3. Плоский сонячний колектор

Плоский сонячний колектор – найпростіший і дешевий варіант геліосистеми. Він складається з скляного прозорого покриття і площинного поглинача, укладених в раму. Щоб знизити тепловтрати, на зворотному боці колектора встановлюють утеплювач. Поглинаючий елемент називається

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

абсорбентом; це пластина з високоселективним покриттям. До неї припаяні мідні теплопровідні трубки, з'єднані між собою особливим чином. Через них проходить рідина, яка є теплоносієм. Все це забезпечує високу ефективність роботи сонячного колектора. Прозорий елемент зазвичай виконується з загартованого скла з пониженим вмістом металів. При відсутності відбору тепла (застої) плоскі колектори здатні нагрівати воду до 190–200 °С. Чим більше енергії випромінювання передається теплоносію, що протікає в колекторі, тим вище його ефективність. Підвищити її можна, застосовуючи спеціальне оптичне покриття, яке не випромінює тепла в інфрачервоному спектрі. Стандартним способом підвищення ефективності колектора стало застосування абсорбенту з листової міді через її високу теплопровідність [3].

Вакуумний сонячний колектор – це конструкція, яка складається з декількох вакуумних трубок, які об'єднані в єдину систему за допомогою спеціального стикувального вузла-теплогбірника (маніфолда). Вакуумний

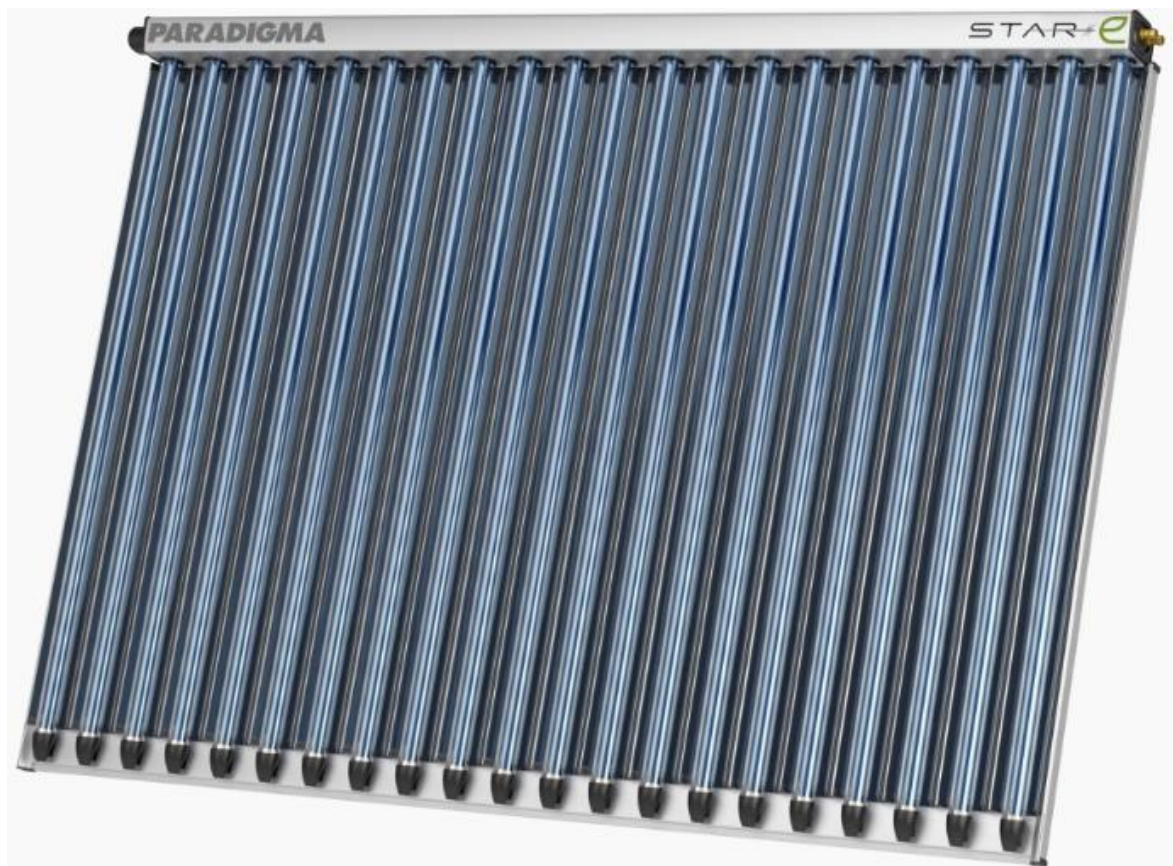


Рис.1.4 Вакуумний трубчастий колектор

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

коллектор є фактично більш ускладненим плоским коллектором для зменшення тепловтрат. Можливе підвищення температури теплоносія аж до 250–300 °С в режимі обмеження відбору тепла. Домогтися цього можна за рахунок зменшення теплових втрат в результаті використання багат шарового скляного покриття, герметизації або створення в коллекторах вакууму. Фактично сонячна теплова труба схожа за будовою з побутовими термосами. Тільки зовнішня частина труби прозора, а на внутрішній трубці нанесено високоселективне покриття, що вловлює сонячну енергію. Між зовнішньою та внутрішньою трубками знаходиться вакуум. Саме вакуумний прошарок дає можливість зберегти близько 95 % уловлюваної теплової енергії. Окрім того, у вакуумних сонячних коллекторах знайшли застосування теплові трубки, що виконують роль провідника тепла. При опроміненні установки сонячним світлом, рідина, що знаходиться в нижній частині трубки, нагріваючись перетворюється на пару. Пари піднімаються у верхню частину трубки (конденсатор), де конденсуючись передають тепло коллектору. Використання даної схеми дозволяє досягти більшого коефіцієнту корисної дії (ККД) (у порівнянні з плоскими коллекторами) при роботі в умовах низьких температур і слабкої освітленості. Сучасні побутові сонячні коллектори здатні нагрівати воду до температури кипіння навіть при негативній навколишній температурі [3].

Головний інтерес багатьох дослідників в усьому світі вже півстоліття стосується досліджень перетворення сонячної енергії. Можливість перетворити сонячний спектр безпосередньо в електричну енергію за допомогою сонячних елементів (СЕ). Для наземного застосування, СЕ на основі кремнію, використовуються по теперішній час. Технологія виготовлення заснована на р-п переході або бар'єрі Шоттки, що дозволяє використовувати фотоелектричні характеристики відповідного напівпровідника тобто кремнію. Сонячні батареї першого покоління засновані на підкладках кремнію, починаючи з монокристалів кремнію (с-Si) і використання об'ємних полікристалічних підкладок кремнію. Такі СЕ виробляють і в даний час та мають ефективність перетворення сонячної енергії між 12 % і 16 % відповідно, що залежить від

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

технології виробництва і якості. Теоретичний максимальний ККД у кремнієвих одноперехідних (p-n) елементів – 33,7 %.Поки такий ККД не досягнуто основним завдання виробників збільшення ефективності елементів є удосконалення технології виробництва [4].

За методом виробництва та основними складовими сонячні панелі можна розділити на типи:

1. Монокристалічні сонячні панелі.
2. Полікристалічні сонячні панелі.
3. Тонкоплівкові фотовольтажні модулі.
4. Багатоперехідні сонячні модулі.

Монокристалічні сонячні панелі в основі містять монокристали кремнію. Серединою модуля є сонячні елементи, які зверху і знизу закриваються плівкою-герметиком. Вона запобігає потраплянню вологого повітря на сонячний елемент, в результаті чого може відбутися окислення і вихід з ладу останнього.



Рис.1.5. Монокристалічна сонячна панель

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Етиленвінілацетатна плівка (EVA), застосовувана досі, залишає бажати кращого, оскільки через деякий час втрачає прозорість. У цьому напрямку ведуться розробки по всьому світу, проте в промислових масштабах дослідники поки нічого не запропонували. Монокристалічні панелі з напругою 12 В можуть виконувати безліч корисних функцій. Відносно невеликі за зовнішніми параметрами, вони стануть у пригоді на відпочинку: з їх допомогою можна зарядити мобільний телефон, ліхтарик або іншу дрібну техніку, якщо немає можливості під'єднати її до стаціонарного джерела живлення. У кількості декількох штук вони легко впораються з зарядкою будь-якого побутового приладу. Все дуже просто: інвертор миттю перетворить сонячну енергію в змінний струм згідно стандарту в 220В. На дачі сонячні панелі допоможуть включитися в роботу холодильнику, телевізору, пральній машинці, електроплиті, бензопилі і будь-якому іншому інструменту[5].

Монокристалічні сонячні батареї мають ряд переваг:

- Термін служби таких модулів є найдовшим (до 50 років), а гарантія деяких виробників поширюється на 25 років.
- Мінімум обслуговування. Панелі цього типу досить тільки періодично очищати від пилу на поверхні.
- Монокристалічні типи панелей є більш компактні. У той же час, вихідна подужність більше , ніж у інших типів панелей.
- Добре функціонують в умовах низьких температур[6].

Полікристалічні сонячні панелі Процес виготовлення батарей з полікристалів значно простіший і не вимагає складної процедури вирощування монокристалів. Полікристалічні панелі отримують шляхом плавлення сирого кремнію, який потім остуджують в квадратних формах і нарізають на ідеальні квадратики. В якості сировини дозволяється використовувати не тільки чистий кремній, а й вторинні кремнієві матеріали. Це призводить до появи домішок або незначних дефектів у структурі кристала, що знижує ефективність роботи батареї.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		



Рис.1.6. Полікристалічні сонячні панелі

Полікристалічні сонячні панелі виробляються на основі полікристалічного кремнію, отриманого методом спрямованої кристалізації і розпиляного на пластини. Середня продуктивність таких батарей становить до 16 % від встановленої потужності. Тобто встановивши систему номінальною потужністю 1 кВт, фактично отримуємо на годину 160 ват електричної енергії. Середня площа займана 1 кВт системою на базі полікристалічних панелей становить 8,3 м². Основне застосування полікристалічних панелей це коли необхідні окремі елементи потужністю понад 200 Вт [7].

Переваги полікристалічних панелей:

- Вартість виробництва та установки елементів.
- Висока працездатність при низькому рівні освітлюваності.
- Висока і рівномірна щільність заповнення ланок.
- Стійкі до перепадів температури навколишнього середовища [8].

Тонкоплівкові фотовольтажні модулі (Thin Film Technology) є самими продуктивними сонячними батареями з доступних в Україні - їх ККД наближений до 25 % показнику.

						КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
							21
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата			

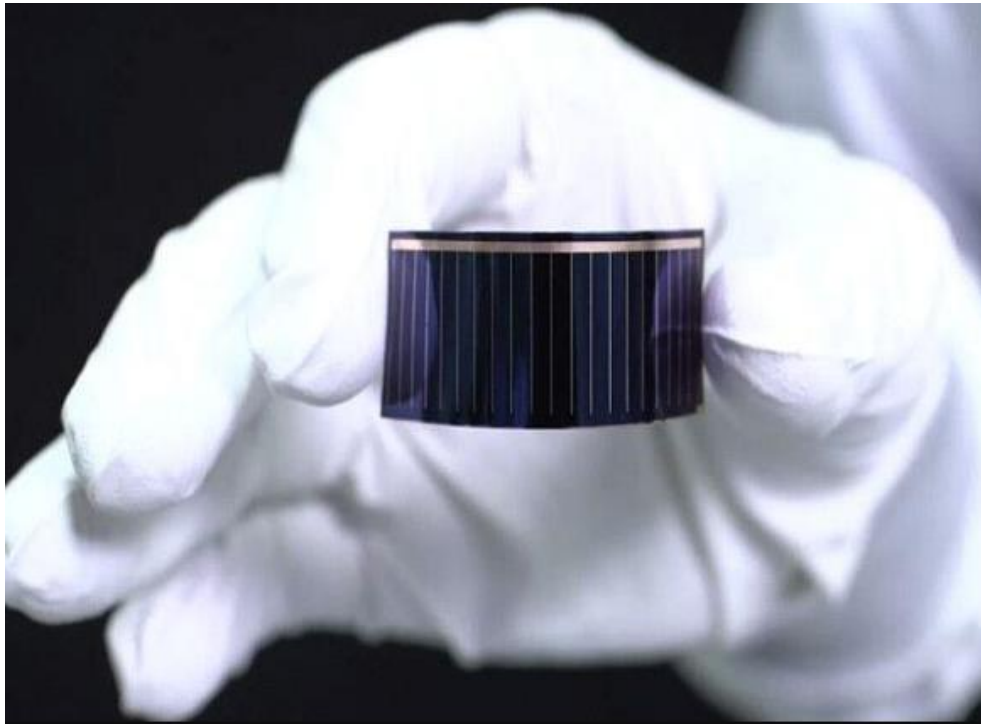


Рис.1.7. Тонкоплівкові фотовольтажні модулі

Виготовляються такі батареї за передовою американською технології всього на декількох заводах в світі. Основне призначення цих модулів це генерація енергії в промислових обсягах. За рахунок високого вольтажу і низького Ампераж ці модулі має сенс встановлювати на об'єктах де сумарна встановлена потужність повинна перевищувати 10 кВт. Фактична продуктивність 10 кВт системи в годину становить 2,5 кВт електричної енергії. Головна перевага цих панелей - це вироблення енергії при розсіяному сонячному світлі і в похмуру погоду. Обмеженням є площа, яку вони займають - для порівняння 10 кВт встановленої потужності займе 183 м². Одна з переваг тонкоплівкових фотовольтажних модулів в тому, що в той час, як в стандартних сонячних фотомодулів використовують величину струму, яка дорівнює 8 А і величину напруги 30 В, у пропонованих панелях використовується 3.6 А і 70 В відповідно. Цей фактор впливає на те, що тонкоплівкові фотовольтажні модулі нагріваються приблизно в 4 рази менше. Також панелі мають велику довговічність, у зв'язку з тим, що в панелі немає металевих частин. Завдяки сучасній технології виробництва, і відсутності металевих частин пропоновані панелі важать в 2 рази менше, ніж стандартні фотомодулі. Побудова сонячних

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

станцій на базі Тонкоплівкових фотовольтажних модулів дозволяє досягти максимального ефекту при мінімальних інвестиціях. При порівнянні з моно- або полі- кристалічними модулями продуктивність станції побудованої на основі Thin Film Technology збільшується на 30 % порівняно з монокристалічними панелями і на 50 % в порівнянні з полікристалічний. Основна причина такої високої продуктивності ThinFilmTechnology криється в передовій технології і технічних характеристиках[7].

Багатоперехідні сонячні модулі фотомодулі з таких елементів містять шари різних матеріалів, що утворюють кілька р-п переходів. Ідеальний сонячний елемент в теорії повинен мати сотні різних шарів (р-п переходів), кожен з яких налаштований на невеликий діапазон довжин хвиль світла у всьому спектрі, від ультрафіолетового до інфрачервоного. Кожен перехід поглинає сонячне випромінювання з певною довжиною хвилі, таким чином, охоплюючи весь спектр. Основним матеріалом для таких елементів є сполуки галію (Ga) – фосфід індію галію, арсенід галію.



Рис.1.8. Багатоперехідні сонячні модулі

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Одним з ідеальних рішень перетворення всього сонячного спектра є застосування призм, що розкладають сонячне світло на спектри, що концентруються на одноперехідних елементах з різним діапазоном перетворення випромінювання. Не дивлячись на те, що дослідження в області багатоперехідних сонячних елементів тривають вже два десятиліття, і фотомодулі успішно працюють в космосі. Їх практичне земне використання розпочато порівняно нещодавно. Перші комерційні продукти на таких елементах вийшли на ринок кілька років тому і показали відмінний результат, а дослідження в цьому напрямку постійно приковують до себе увагу. Справа в тому, що теоретичний ККД двошарових осередків може скласти 42 % ефективності, тришарових осередків 49 %, а осередків з безліччю шарів – 68 % від отриманого не фокусованого сонячного світла. Межа продуктивності осередків з безліччю шарів становить 86,8 % при застосуванні концентрованого сонячного випромінювання. На сьогодні практичні результати ККД для багатоперехідних осередків становлять близько 30 % при не фокусованому сонячному світлі. Цього недостатньо, щоб компенсувати витрати на виробництво таких фотомодулів – вартість багатоперехідних осередків приблизно в 100 разів вище аналогічних за площею кремнієвих, тому в конструкціях модулів з багатоперехідних осередків застосовуються концентратори для фокусування світла в 500 – 1000 разів. Повна вартість фотомодулів з багатоперехідних осередків із застосуванням концентраторів (CPV) значно здешевлюється за рахунок недорогих лінз і підкладок, компенсуючи високу вартість виробництва самого модуля. При цьому продуктивність осередків зростає до 40 %. Максимальний ККД багатоперехідних панелей, отриманий в лабораторних умовах з застосуванням концентраторів, становить на сьогодні 43,5 % (Solar Junction), і за прогнозами, буде збільшений в найближчих пару років до 50 %.

На сьогодні існують сонячні батареї з високою продуктивністю, що виготовляються за різними технологіями, і основне завдання виробників – здешевлення кінцевого продукту, адаптація лабораторних досліджень для

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

масового виробництва. Не дивлячись на малі витрати сировини в тонкоплівкових сонячних елементах, вартість деяких компонентів в різних видах досить висока, так само, як енергоємні самі технології виробництва. Залишається під питанням довготривала стабільність параметрів. Поки ще дуже дорогими є багатоперехідні сонячні осередки, для максимальної ефективної роботи яких до того ж необхідна підвищена концентрація сонячного випромінювання. Тому кристалічні кремнієві елементи найближчим часом будуть утримувати лідируючі позиції на ринку фотоелектричних перетворювачів, знижуючись в ціні. Потіснять їх тільки ефективні і дешеві тонкоплівкові модулі, можливо, з полімерних напівпровідників, або світлочувливих барвників [9].

Проте великі надії підприємства в галузі АЕ покладають на вітер. Вітроенергетика розвивається за рахунок великого бізнесу.

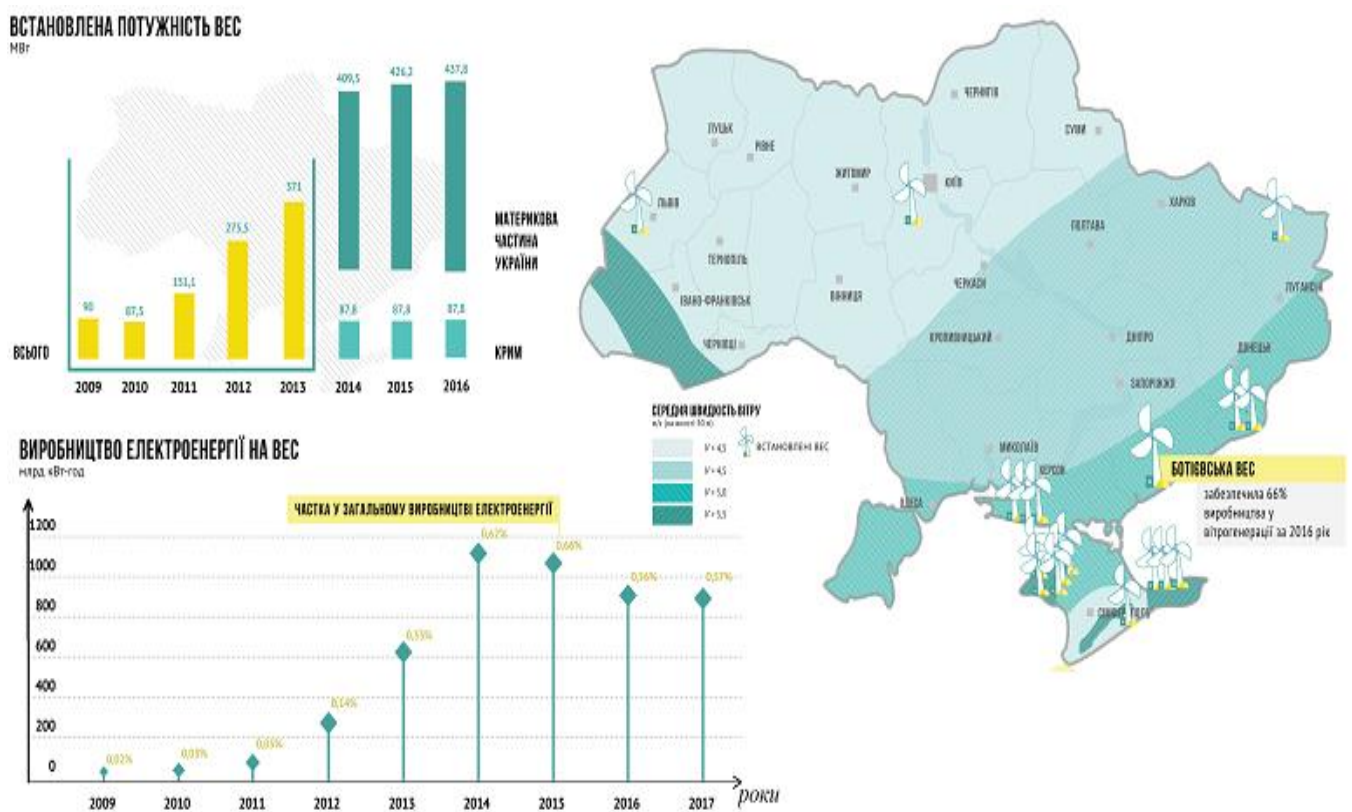


Рис.1.9.Регіони України за інтенсивністю вітру [2]

Вітроенергетика росте значно повільніше за сонячну – за рік потужність вітроелектростанцій в Україні зросла на 27 МВт, загалом склавши 465 МВт. Це пов'язано із тим, що вітрова електростанція (ВЕС) у рази дорожча за СЕС,

складніша у встановленні та потребує спеціального обслуговування. Тому на цьому ринку грають великі компанії, а не малі інвестори [2].

У своїй статті А.Ю.Повханич пише що з позиції природничих наук та машинобудування вітер – це переміщення повітряних мас з області високого тиску в область низького, при цьому він має кінетичну енергію, відповідно за наявності енергії може виконуватися робота. Вітрогенераторні установки, вітрогенератори, вітроелектростанції здатні перетворити кінетичну енергію вітру в механічну роботу, яка згодом перетворюється в електричну енергію за допомогою вітрогенераторних установок. Вітрогенератори сучасних конструкцій дають змогу використовувати економічно ефективно енергію навіть найслабших вітрів – від 3 метрів за секунду. За допомогою вітрогенераторів сьогодні можна не тільки вирішувати завдання електропостачання локальних або острівних об’єктів будь-якої потужності, а й постачати електроенергію в мережу, отримуючи економічну вигоду.

На сьогодні існує два основні різновиди вітрогенераторів:

- з горизонтальним розташуванням ротора;
- з вертикальним ротором.

Вітрогенератор з горизонтальною віссю обертання, має дві або три лопаті, встановлені на вершині вежі, – найбільш поширений тип ВЕУ . У турбін з горизонтальною віссю обертання ведучий вал ротора розташований горизонтально. У робочому стані відносно напрямку повітряного потоку ротор турбіни може перебувати перед опорою – так званий надвітряний ротор або за опорою – підвітряний ротор. Найчастіше турбіни з горизонтальною віссю обертання мають дві або три лопаті, хоча є і моделі з великим числом лопатей. Останні вітряки являють собою диск з великою кількістю лопатей. Вони отримали назву “монолітних” установок. Такі установки використовуються в першу чергу в якості водяних насосів. На відміну від них площа ротора турбіни з малою кількістю лопатей (дві-три) не є суцільною. Ці турбіни відносять до “немонолітний” установкам. Для найбільш ефективної роботи вітряка його лопаті повинні максимально взаємодіяти з вітровим потоком, що проходить

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

через площу обертання ротора. Вітряки з великою кількістю лопатей зазвичай працюють при низьких швидкостях обертання. У той час як установки з двома



Рис.1.10. Вітрогенератор з горизонтальною віссю обертання

або трьома лопатями повинні обертатися з дуже високою швидкістю, щоб максимально “охопити” вітрові потоки, що проходять через площу ротора. Теоретично, чим більше лопатей у ротора, тим ефективніше повинна бути його робота. Однак, вітряки з великою кількістю лопатей менш ефективні, ніж вітрогенератори з двома або трьома лопатями, так як лопаті створюють перешкоди один одному [10]. Вітрогенератор з горизонтальною віссю обертання найпоширеніший. Він характеризується високим ККД (40-50 %), але має підвищений рівень шуму і вібрації. Крім цього, для його установки потрібна великий вільний простір (100 метрів) або висока щогла (від 6 метрів) [11].

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Вітрогенератор з вертикальним ротором обертання (Н-образні) провідний вал ротора розташований вертикально. Лопаті такої турбіни – довгі, зазвичай дугоподібні. Вони прикріплені до верхньої і нижньої частин вежі.



Рис.1.11. Вітрогенератор з вертикальним ротором

Завдяки вертикальному розташуванню ведучого вала ротора Н-образні турбіни, на відміну від турбін з горизонтальною віссю обертання, “захоплюють” вітер, що дме в будь-якому напрямку, і для цього їм не потрібно міняти положення ротора при зміні напрямку вітрових потоків. Незважаючи на своє зовнішнє розположення , вітряки з вертикальною і горизонтальною осями обертання являють собою схожі системи. Кінетична енергія вітру, одержувана при взаємодії повітряних потоків з лопатями вітряка , через систему трансмісії передається на електричний генератор. Завдяки трансмісії генератор може

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

працювати ефективно при різних швидкостях вітру. За способом взаємодії з вітром вітряки діляться на установки з жорстко закріпленими лопатями без регулювання та на агрегати, у яких лопаті зроблені із змінним кутом. Обидві конструкції мають переваги і недоліки. Вітряки, у яких лопаті зроблені з кутом, мають більш високу ефективність використання вітру і, відповідно, вони виробляють більше електроенергії. У той же час, ці вітряки повинні бути оснащені спеціальними підшипниками, які, виходячи з наявного вже досвіду, часто є причиною поломок агрегатів. Турбіни з жорстко закріпленими лопатями більш прості в обслуговуванні, проте їх ефективність використання вітрового потоку нижче [10]. До їх переваг можна віднести простий монтаж і надійність конструкції. Низька гучність дозволяє ставити вертикальні генератори на дахах будинків і навіть на рівні землі. Ці установки не бояться обмерзання і ураганів. Вони запускаються від слабкого вітру (від 1,0-2,0 м/с) в той час, як горизонтальному вітряку потрібен повітряний потік середньої сили (3,5 м/с і вище). За формою робочого колеса (ротора) вертикальні вітрогенератори дуже різноманітні. Основною перевагою є ортогональне розташування осі ротора, що дозволяє розміщувати пристрій поблизу поверхні землі. Відповідно, вітрогенератор і передавальний механізм розташовані на цій же висоті і не вимагають споруди високих конструкцій для їх установки. Крім того, турбіна не обов'язково повинна бути орієнтована за напрямком вітру, що робить її дуже простою в експлуатації [11].

Горизонтальні вітряки більш доречні у виробничих масштабах, а вертикальні установки – в умовах невеликих домашніх господарств. Кожен з представлених видів вітрогенераторів має місце бути. Комбінування різних видів установок для отримання екологічної електрики – це шлях до підвищення енергонезалежності та економічної стабільності [12].

1.2. Розгляд та аналіз сонячно-вітрових енергоустановок

Більшість людей думають, що вітрова та сонячна енергія є конкурентами, але Сара Курц з Національної лабораторії відновлюваних джерел енергії

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

департаменту енергії США з цією думкою не погоджується: "Енергія вітру добре доповнює енергію сонця," та додає: "В Колорадо, наприклад, достатньо потужні вітри припадають на зимові і весняні місяці. Взимку у нас немає стільки сонячного світла, але ми, як правило, маємо багато вітряних днів зі значною силою вітру". В Австралії, австралійське агентство з відновлюваної енергетики (Australian Renewable Energy Agency - ARENA) інвестувало 9,9 млн \$ в сонячної ферми потужністю 10 мегават, суміжної з 73 вітровими турбінами, які вже підключені до мережі. Спільне розміщення сонячної і вітрової станцій забезпечує тривалішу генерацію енергії, ніж у випадку коли технології працюють поодиночі. Як зазначив генеральний директор ARENA Айвор Фрішкнехт, спільне розташування вітрової і сонячної електростанцій дозволяє заощадити на підведенні мережі, розробці документації та погоджень. Встановлення сонячної ферми "Gullen" поруч з існуючим вітропарком приведе до економії близько 6 мільйонів \$ [13].

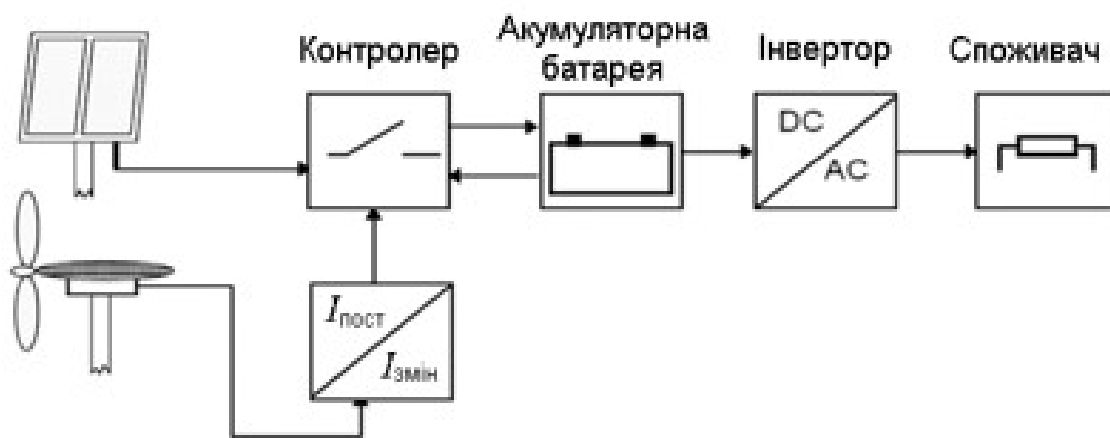


Рис.1.12. Структурна схема типової гібридної енергетичної системи з використанням енергії вітру та сонця [14].

Дана гібридна енергетична система складається із сонячної і вітрової енергоустановок. Потужність, створювана вітровими установками, являє собою змінний струм, але має змінну амплітуду й частоту, які потім можуть бути перетворяться в постійний струм для зарядки акумулятора. Контролер захищає акумулятор від надмірної зарядки або глибокого розряду. Оскільки висока

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

напруга може бути використана для зниження втрат системи, інвертор звичайно використовується для перетворення постійного струму низької напруги в змінний струм з напругою 220 В, частотою 50 Гц.

У Національному авіаційному університеті під керівництвом завідувача кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів заслуженого діяча науки і техніки України, Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки д.т.н., проф., Віктора Синєглазова розроблено гібридну енергетичну установку, яку розміщено на даху навчального корпусу.



Рис.1.13 Гібридна енергетична установка “VS-1.1” [14].

Гібридна енергетична установка складається з вітроенергетичної установки з комбінованим вертикально-осьовим ротором типу Дар'є-Савоніуса, сонячної енергетичної установки, системи накопичення енергії на базі акумуляторних батарей і системи управління. Гібридна енергетична установка є повністю автономною, не вимагає постійного контролю під час експлуатації та обслуговування. Габаритні розміри гібридної установки становлять 2 метри висота та 2,4 метра ширини . Ротор вітрогенератора виготовлений зі

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

скловолокна та алюмінію. Сама ВЕУ виконана за схемою прямого приводу ротор – енергатор, що забезпечує високу надійність і простоту конструкції. Комбінований ротор забезпечує роботу установки на малих вітрах (зі швидкістю вітру від 2 м/с).

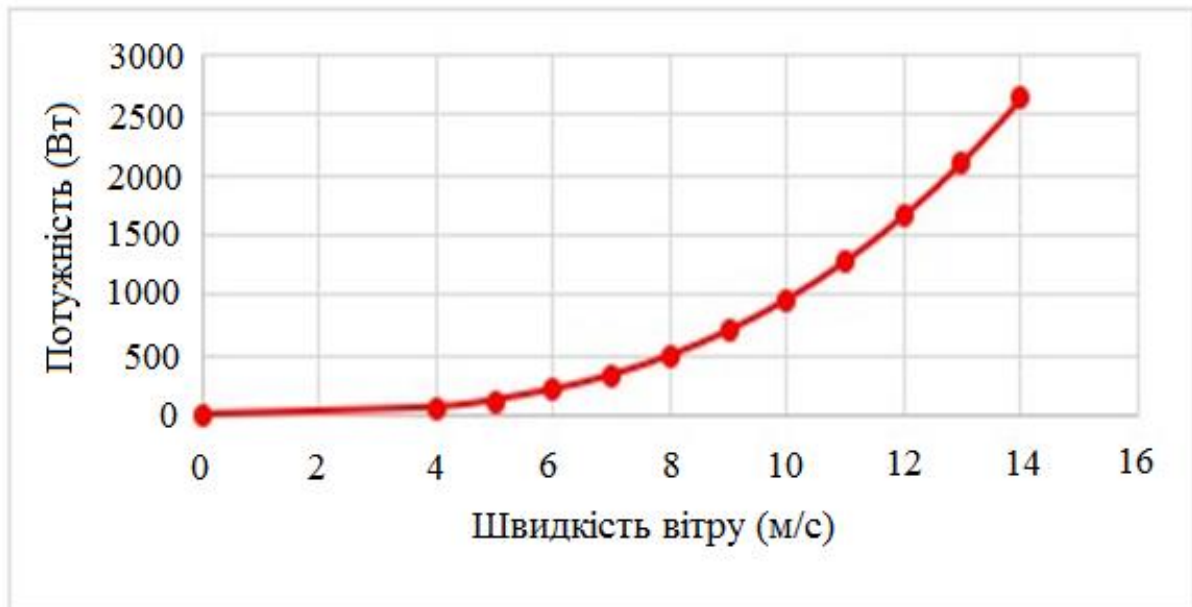


Рис.1.14. Графік залежності потужності енергетичної установки від швидкості вітру [14].

На даний момент енергетична установка повністю забезпечує освітлення навчального корпусу № 5 Національного авіаційного університету в нічний час [14].

Поєднання сонячної фотоелектричної системи і вертикальних вітрових турбін в одному модульному блоці SolarMill класифікується, як «перша в світі інтегрована гібридна технологія». Компанія WindStream Technologies випустила на ринок дахову гібридну енергосистему, яка поєднуватиме в єдиному модулі два основних альтернативних джерела енергії – сонячні панелі і вертикальні вітрові турбіни. Спочатку пристрій передбачалося використовувати в регіонах з високими тарифами на електроенергію та в районах з ненадійною або повністю відсутньою центральною електромережею. Однак вищий за останні кілька років інтерес до нової моделі сонячно-вітрової установки, спонукав компанію на

випуск масового продукту, доступного покупцям всієї країни. В Америці створили гібрид вітрогенератора і сонячних панелей SolarMill SM1-3P –1,2 кіловатний енергомодуль, що включає три сонячні панелі, кожна потужністю 300 Вт і три вітрогенератора з ротором Савоніуса, має розміри 3м x 3м x 2,1м і важить близько 170 кг.



Рис.1.15 Гібридна енергетична установка " SolarMill SM1-3P "

Система розроблена спеціально для установки на дахах будівель, де, за заявою виробника, модуль здатний виробляти 135 кВт енергії на місяць при оптимальних умовах. У WindStream стверджують, що їх вітро-сонячний генератор SolarMill високонадійний джерелом поновлюваної енергії, так як він об'єднує вітровий генератор і сонячну батарею і здатний виробляти «зелену» електрику навіть після заходу сонця, а генерувати енергію вітру при його швидкості всього лише 2м/с . Корпус SolarMill виготовляється з гальванізованої сталі та алюмінію, а сам блок оснащений мікроінвертором 1200 Вт. Компанія також пропонує додаткову послугу по здійсненню онлайн контролю за роботою

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		33

всієї системи, що дозволяє користувачеві дистанційно регулювати продуктивність установки. Пристрій має клас енергозахисту IP53, а термін його служби складає 25 років [15].

Компанія вже поставила 50 своїх модулів SolarMill. Система розташована на даху будівлі в Кінгстоні, Ямайка. Будівля знаходиться менш, ніж за чверть милі від берегової лінії Кінгстона і звичайна швидкість вітру для цієї зони близько 60 миль на годину (близько 96 кілометрів на годину). Встановлювана система, яка знаходиться на даху юридичної фірми, як очікується, буде генерувати 106 000 кВт·год відновлюваної енергії щорічно (25 кВт·год від вітрової енергії і 55 кВт·год від сонячної) і окупить себе всього за чотири роки. Ця гібридна енергоустановка, як очікується, забезпечить більш \$ 2 млн економії в енергії для власників протягом очікуваного 25-річного терміну експлуатації [16]. SolarMill – це нова система з технологією розподілу енергії, яка складається з вертикальних вітряних турбін (Vertical Axis Wind Turbines - VAWT), сонячних панелей. Згенерована кожної турбіною енергія може бути використана для локальних потреб з застосуванням акумуляторних установок для зберігання, а також для споживачів, підключених до централізованих мереж. Займаючи місце на даху, порівнянне зі стандартною сонячною панеллю, кожна турбіна має величезну щільність енергії на одиницю площі – і цей показник є найвищим на ринку відновлюваних джерел [17].

1.3. Перспективи розвитку сонячно-вітрових енергоустановок України та ЄС

Промислові підприємства в Україні є достатньо енергоємними виробництвами, в яких електроенергія та газ виступають вагомими компонентами собівартості продукції. Через це проблема забезпечення підприємств альтернативними джерелами енергії – питання не лише екологічного характеру, а й економічного. У сучасних умовах нестабільності як на національному, так і на світовому ринках ресурсів необхідно шукати шляхи використання АЕ вже зараз. До того ж заміна традиційних джерел альтернативними є економічно

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

вигідною і може призвести до підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств на міжнародних ринках. Альтернативні джерела енергії, які можна використовувати на українських підприємствах: сонячна енергія, енергія вітру і енергія біомаси. Ці джерела є відновними та безмежно накопиченими на відміну від викопних, це означає, що їх використання не веде до неминучого вичерпання. Енергія Сонця – безкоштовна, нескінченна, найбільш безпечна для довкілля серед усіх видів енергії. Сонячні установки не виробляють забруднюючих газів, не створюють шкідливих викидів. Сонячна енергія здатна забезпечувати стійкі та надійні поставки та енергетичну незалежність, що дуже важливо у нинішній ситуації енергетичної кризи [1].

У своїй статті Ю.Т.Боровик та Ю.В.Єлагін пишуть що , розвиток відновлюваної енергетики у всьому світі обумовлено двома глобальними обставинами: обмеженістю світових запасів органічного палива і залежністю більшості країн від імпорту палива; істотним негативним впливом традиційної (паливної) енергетики на середовище існування людини і природу. Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики IRENA повідомляло про те, що частка ВДЕ в глобальній електрогенерації перевищило 25 %. У ряді країн цей показник ще вище, як наприклад в Німеччині, де до літа 2018 року частка «зеленої» генерації перевищила 33 %.

Як повідомляє Державне агентство з енергоефективності України за I півріччя 2018 року в Україні встановлено майже 270 МВт потужностей, що генерують електроенергію з відновлюваних джерел енергії за «зеленим» тарифом. Це більш ніж в 2 рази більше, ніж в I півріччі 2017 року (127 МВт), і перевищує обсяг потужностей, встановлених за весь 2017 рік (257 МВт).

Проте в загальному обсязі електрогенерації в Україні частка ВДЕ поки незначна 1,644МВт, що ледь більше 1,2% загальної встановленої потужності електрогенерації. В країні домінує атомна і теплова енергетика . Звичайно ж, поновлювані джерела енергії не дозволяють повністю замінити викопні види

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

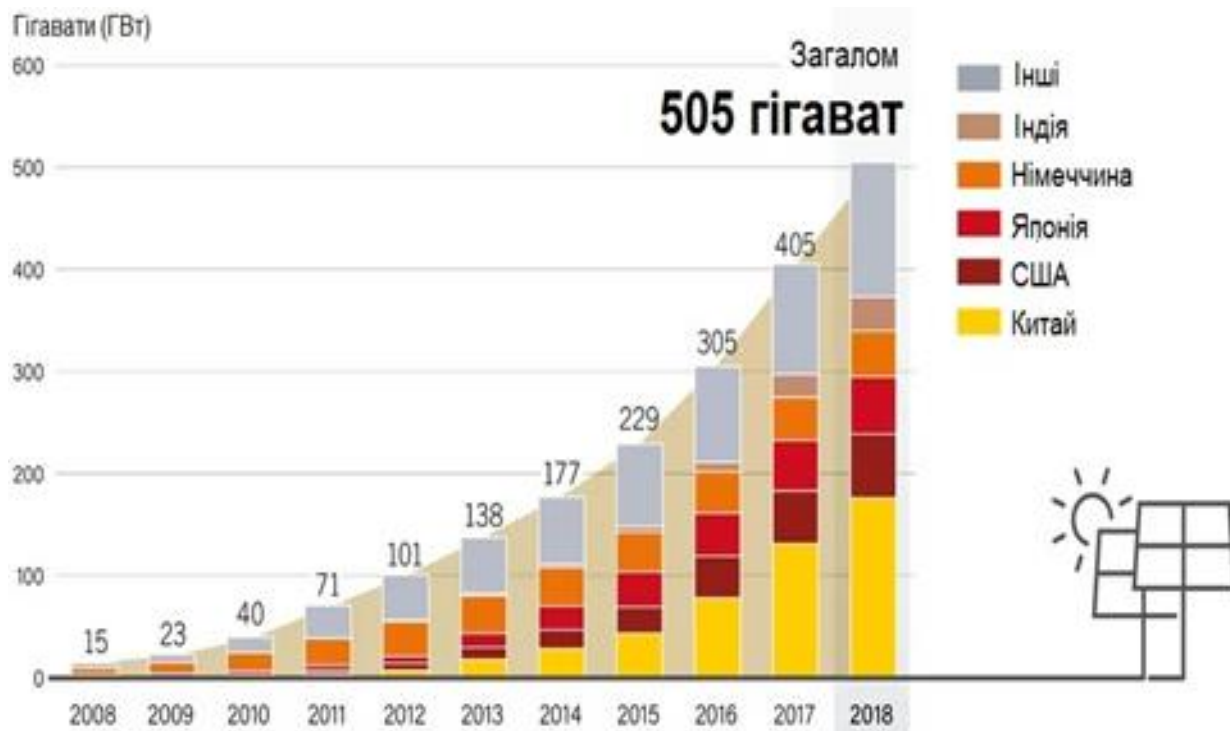
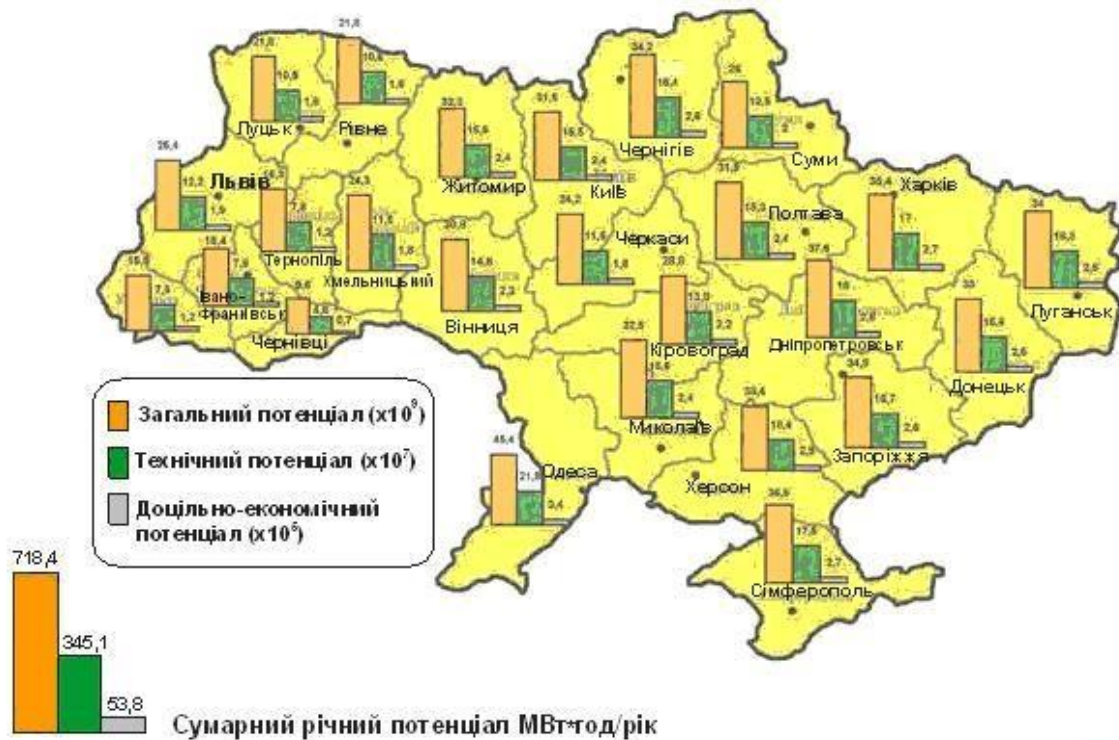


Рис.1.16. Фотогальванічні системи в провідних країнах

палива, але їх використання дасть величезний позитивний економічний і енергетичний ефект. Тому розгляд стану справ у секторах української АЕ та подолання енергетичної залежності нашої держави та створення бази її енергетичної безпеки є особливо актуальним напрямком розвитку національної економіки. Необхідність упровадження відновлюваних джерел енергії та пріоритетної політики енергозбереження пов'язана, насамперед, із дефіцитом власних паливно-енергетичних ресурсів, залежністю від країн-експортерів газу і нафти, зростаючою вартістю їх добування, а також із глобальними екологічними проблемами. Згідно з даними досліджень, проведених фахівцями Національного університету "Львівська політехніка" та Інституту відновлюваної енергетики НАН України, середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні перевищує середні показники таких країн, як Польща і Німеччина, що дає прекрасні перспективи для використання сонячних панелей на території України. Зокрема, в південних областях країни сонячні установки працюють з віддачою в 50 % в період з березня по листопад, а в північних в період з квітня по жовтень.



ELI COMPANY

Рис.1.17. Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України

Також у світовій вітроенергетиці існує дискусія щодо абсолютної «відновлюваності» цього типу електроенергії, адже на створення енергетичних об'єктів, які використовують вітроенергетику, доводиться витратити невідновлювані матеріали (зокрема, метали), видобуток і обробка яких далеко не завжди екологічно бездоганні [18,с.3]. Проте, незважаючи на вищезгадані фактори, розвиток вітрової енергетики в світі набуває обертів (рис.1.7.).

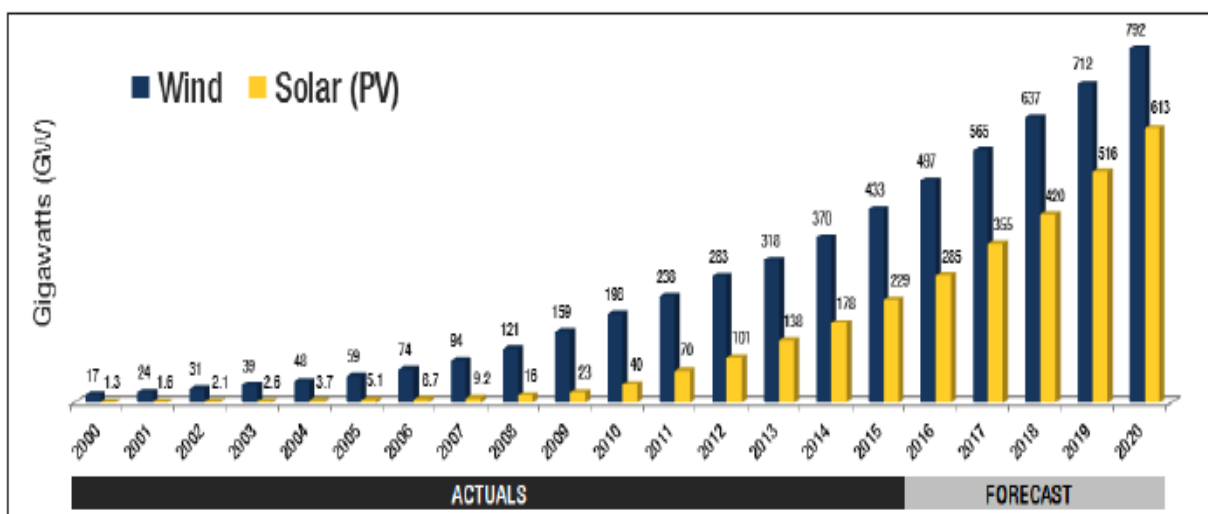


Рисунок 1.18. Дійсні показники і прогноз глобальної установленної потужності ВЕС до 2020 року [19].

Широкий розвиток отримало будівництво ВЕС на шельфі у прибережних, в основному мілководних акваторіях у Данії, Нідерландах, Швеції, Великобританії та інших країнах. Нещодавно Нідерландами у Північному морі було запущено один із найбільших у світі офшорних вітропарків «Gemini», що складається зі 150 турбін загальною потужністю 600 МВт. Як очікується, вітрова електростанція забезпечить «чистою» електроенергією 785 тис. будинків у Нідерландах. Також Нідерланди, Данія і Німеччина підписали спільну угоду в Брюсселі 23 березня про будівництво штучного острова, що обслуговуватиме потужну вітрову електростанцію. Острів розташовуватиметься на найбільшій піщаній міліні в Північному морі, яка називається Доггер-банка (за 100 км від берега Англії), займатиме площу 6 км² і буде оточений вітровими електростанціями. Планується, що енергію вироблятимуть понад 10 тисяч вітрових турбін. Завдяки цьому вдасться забезпечити електроенергією близько 80 млн., європейців. Острів стане базою для передачі енергії, що виробляється вітром в Нідерландах, Данії, Німеччині, Великобританії, Норвегії і Бельгії [20].

Тепер вітроенергетика є другим за величиною сектором української альтернативної енергетики та це не дивно, адже завдяки своїм природно-кліматичним особливостям країна має величезний потенціал використання енергії вітру. При цьому вітропотенціал південних областей набагато вище північних, а найпривабливішими регіонами є Карпати й узбережжі Азовського і Чорного морів.

Площа територій, потенційно придатних для будівництва вітроелектростанцій, оцінюється в 9 тисяч кв. км, що теоретично дає можливість будівництва енергогенеруючих потужностей потужністю в 24 тисячі мегаватів. Також для будівництва вітроелектростанцій можуть бути використані водні ресурси країни, такі як Азовське море, Одеська банка Чорного моря, Каркінітська затока та інші. За оцінками фахівців, за площею мілководних акваторій, придатних для будівництва вітроелектростанцій, Україна поступається лише Норвегії.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		



Рис.1.19. Карта вітрового потенціалу України

До останнього часу цій галузі української альтернативної енергетики не виявлялася державна підтримка і до 2010 року потужності вітчизняних вітроелектростанцій не перевищували 90 мегаватів, а активну участь приватних компаній почалося лише після прийняття відповідних законопроектів. В результаті цього вже в 2012 році сумарна потужність чинних вітрових енергопотужностей перевищила 300 мегаватів, а лідерами ринку стали українські компанії Вінд Паера і ТОВ Вітряні парки України. У 2014 році потужності були збільшені майже вдвічі, досягнувши сумарної потужності в 500 Мвт. У своїй діяльності українська АЕ спирається на ряд законів і постанов Кабінету Міністрів України . Ці та деякі інші законодавчі документи передбачають для операторів ринку такі стимули для розвитку, як: зелений тариф; податкові та митні пільги. Податковий Кодекс України свідчить, що відповідно до параграфу № 197.16 Статті 197 Податкового Кодексу України та статті 19 Закону України "Про єдиний митний тариф" встановлено митні і податкові пільги для імпорту наступних видів обладнання: обладнання, що

										Арк.
										39
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата						

працює на ВДЕ, енергоощадного обладнання, устаткування, необхідного для виробництва альтернативних видів палива або для виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії. Крім цього, податок на земельні ділянки використовуються для розміщення об'єктів енергетики, які виробляють електричну енергію з відновлюваних джерел енергії, стягується у розмірі 25% від встановленого податку [21].

Також, як і будь-якого роду техніка, вітрогенератори потребують виділення певної території. Турбіни займають лише 1 % усієї території вітряної ферми. На 99 % площі ферми можливо займатися сільським господарством або іншою діяльністю, що і відбувається в таких густонаселених країнах, як Данія, Нідерланди, Німеччина [22].

1.4.Висновки до розділу

На сьогоднішній день використання енергії сонця та вітру стали основними видами відновлювальних джерел енергії. За існуючими оцінками, економічний потенціал ВДЕ має дуже великі перспективи для розвитку та впровадження на території України. Основною перешкодою є залежність від існуючих економічних умов; вартості, наявності та якості запасів корисних копалин паливно-енергетичних ресурсів.

Альтернативна енергетика має низку переваг. Так, продукти альтернативної енергетики здатні замінити викопні джерела. Кожне з відновлюваних джерел можна використовувати для виробництва електроенергії. Крім того, сонячні пристрої служать для опалення та вентиляції будинків. Використання енергії з поновлюваних джерел стимулює зниження попиту на традиційні енергетичні ресурси, що створює сприятливі умови для вирішення проблеми їх обмеженості, а також збереження навколишнього середовища. Для подальшого збільшення обсягів виробництва та споживання АЕ в багатьох країнах світу розробляються програми розвитку відновлювальної енергетики , спрямовані на забезпечення даним видом енергії не лише

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

промислових підприємств, а й домогосподарств. Таким чином, сфера використання відновлювальних джерел енергії – це потужний ринок із потужним мультиплікативним ефектом у сфері освіти, науки та виробництва, яка потребує та поглинає значні обсяги інвестицій [23].

Найбільш перспективним варіантом побудови комбінованих автономних систем електропостачання є впровадження проектів з комбінації централізованого електропостачання разом з вітро- та фотоелектричними генеруючими установками.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ОСНОВНА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ 2

2.1. Розрахунок автономно-мережевої гібридної установки для електропостачання малого підприємства.

2.1.1. Загальні принципи побудови гібридної установки сонце – вітер

Проблема стабільного та надійного енергопостачання є актуальною для всіх країн світу, зокрема і для експортерів та імпортерів енергоносіїв. Загострення енергетичного питання в ХХІ столітті змушує шукати альтернативи традиційним енергоносіям. Такою альтернативою стали нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Скорочення світових запасів традиційних видів палива і постійне підвищення цін на енергоносії спровокували бурхливий розвиток альтернативної енергетики з використанням відновлюваних джерел енергії. Стає ясно, що в ХХІ столітті газ і нафта поступово перейдуть з економічної категорії в політичну. Для того, щоб забезпечити свою енергетичну незалежність, держави, що не володіють достатньою ресурсно-сировинною базою, повинні інтенсивно розвивати альтернативні джерела енергії. Таким чином, в майбутньому, за прогнозами експертів, частка «зеленої» енергії у світовому виробництві електроенергії буде постійно збільшуватися.

Незважаючи на велику кількість критиків і прихильників розвитку нетрадиційних та поновлювальних джерел енергії, все більше країн-імпортерів традиційних енергоносіїв виділяють кошти на реалізацію даного напрямку. Відновлювана енергетика дозволяє організувати самодостатнє і децентралізоване енергопостачання і підвищити цінність місцевих ресурсів без

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Леуш Б.М.			ОСНОВНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Козак К.М.					42	106
Консульт.		Козак К.М.				ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕММ-61		
Н.контр.		Коваль В.П.						
Затвердив		Тарасенко М.Г.						

залежності від імпорту або необхідності створення дорогих енергомереж. Це особливо актуально для тих регіонів, де немає доступу до сучасних енергосистем, або для економік, що розвиваються зі зростаючими енергетичними потребами. Застосування автономних децентралізованих систем електропостачання набуває важливого значення [24].

Ураховуючи переваги та недоліки окремих видів енергії, найбільш перспективними для використання вважають гібридні системи електропостачання, а саме – вітросонячні. Вони комбінують невеликий вітрогенератор із сонячними модулями. Подібні комбіновані системи забезпечують більш високу продуктивність електроенергії порівняно з окремо встановленими вітровими або фотоелектричними установками. Можливе підключення сонячних фотомодулів до вітрогенераторної системи через гібридний контролер чи за допомогою окремого контролера для сонячних систем [25].



Рис. 2.1 Структурна схема електрозабезпечення на базі гібридної установки сонце – вітер

Гібридна вітросонячна система розрахована на забезпечення енергією споживачів 220 В/50 Гц. Бажано при достатній площі ділянки і відсутності

перешкод в навколишнього рельєфі встановити автоматичну систему, яка стежить за положенням сонця по азимуту. Вітросонячна система може застосовуватися як у якості автономного джерела електроенергії, так і може бути резервною системою електропостачання. Гібридні вітросонячні системи розраховуються згідно з даними по споживаній потужності, а також сонячного і вітрового потенціалу регіону. В якості резервного джерела електропостачання в фотоелектричну або вітросонячну систему може вводитися бензо- або дизель-генератор.

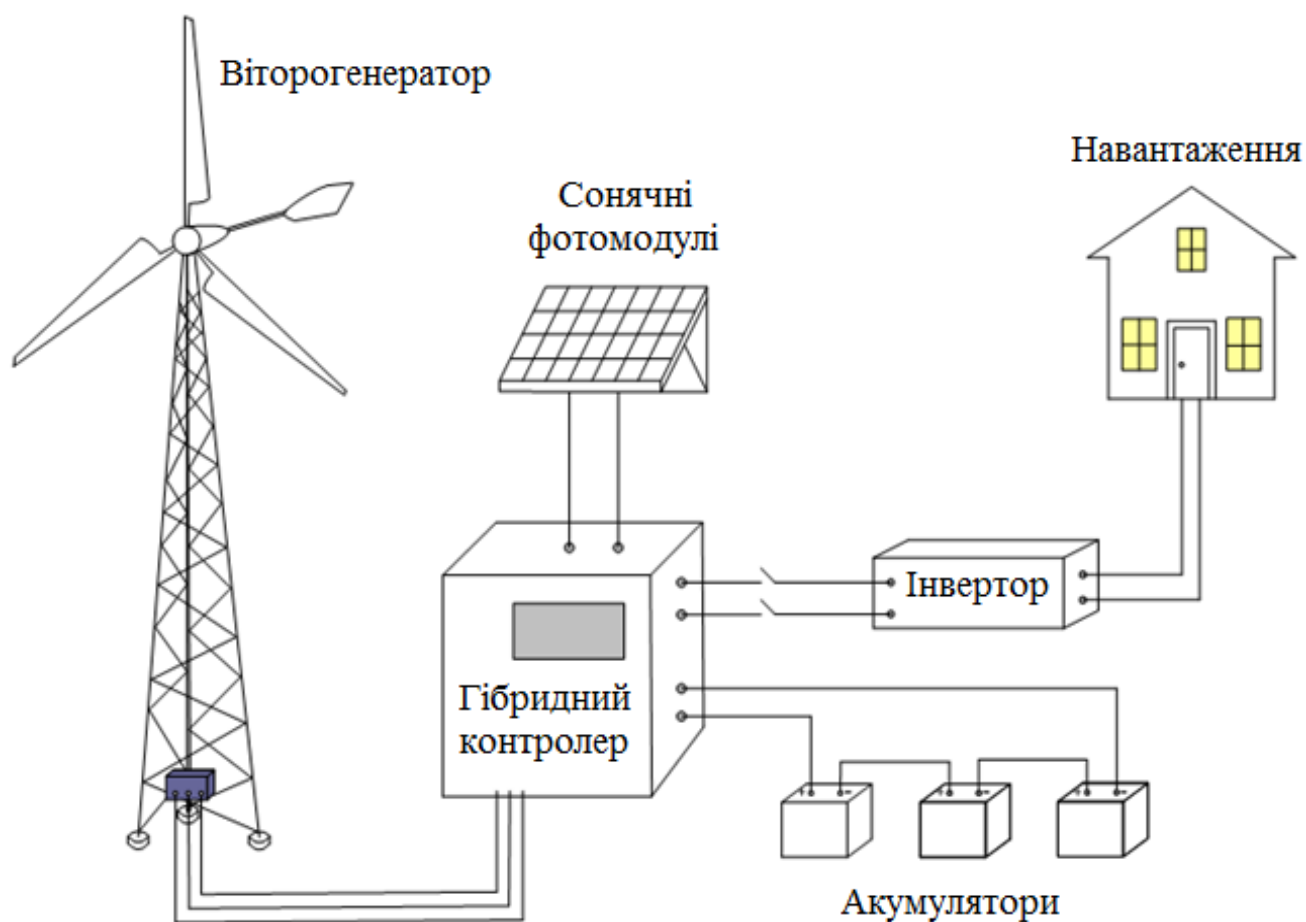


Рис. 2.2 Вітро – сонячна гібридна установка

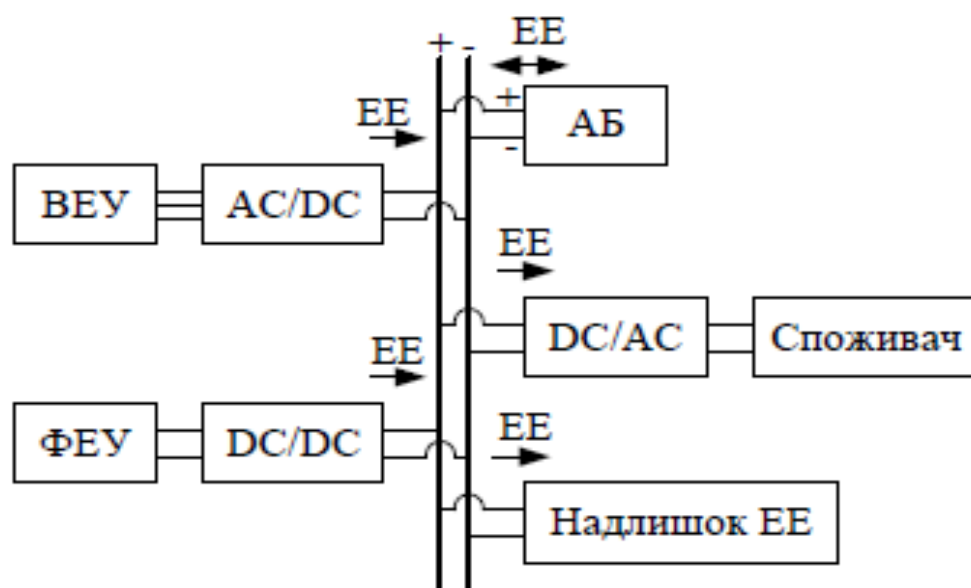
У своїй статті Є.Ю. Катаєва та В.Ю. Теличко стверджують перше, що потрібно зробити перед встановленням гібридної системи, це потрібно дослідити і розглянути всі можливі варіанти вітрових, сонячних та гібридних установок, а також визначити вітрову та сонячну характеристики в місці майбутнього розташування системи. Оглянути всі існуючі аналоги на даний

						КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			44

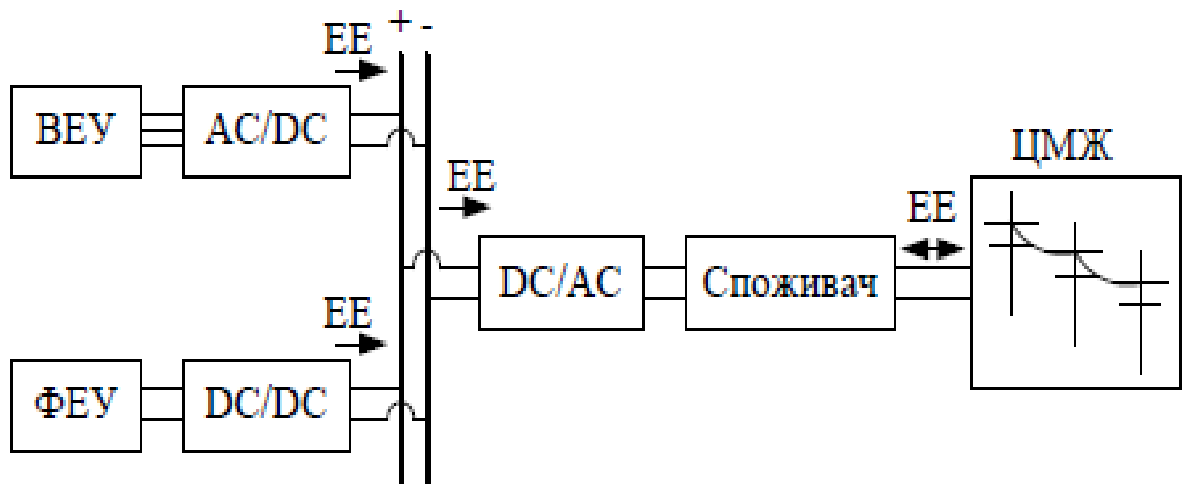
момент, визначити їхні характеристики, визначити основні переваги та недоліки таких систем. Також потрібно розрахувати яку середню кількість електроенергії споживає будівля в різну пору доби, в різну пору року. І при аналізі всіх отриманих даних, розрахувати майбутню потужність всієї системи вцілому. При розрахунку, необхідно врахувати і збільшене споживання будівлею електроенергії, коли установка не зможе виробляти потрібну кількість електроенергії. Для вирішення цієї потреби можна використовувати міську електромережу або використовувати паливні генератори потрібної потужності. І після огляду і аналізу всіх даних можна розробляти проект, тобто підібрати правильну потужність вітрової установки, якщо її буде недостатньо, то чи можливо встановити ще одну вітрову установку або встановити на даху будівлі фотоелектричні панелі високої потужності і з високим коефіцієнтом поглинання сонячного випромінювання [31].

Вітросонячні системи електроживлення (ВССЕ) можуть бути реалізовані у вигляді трьох структур:

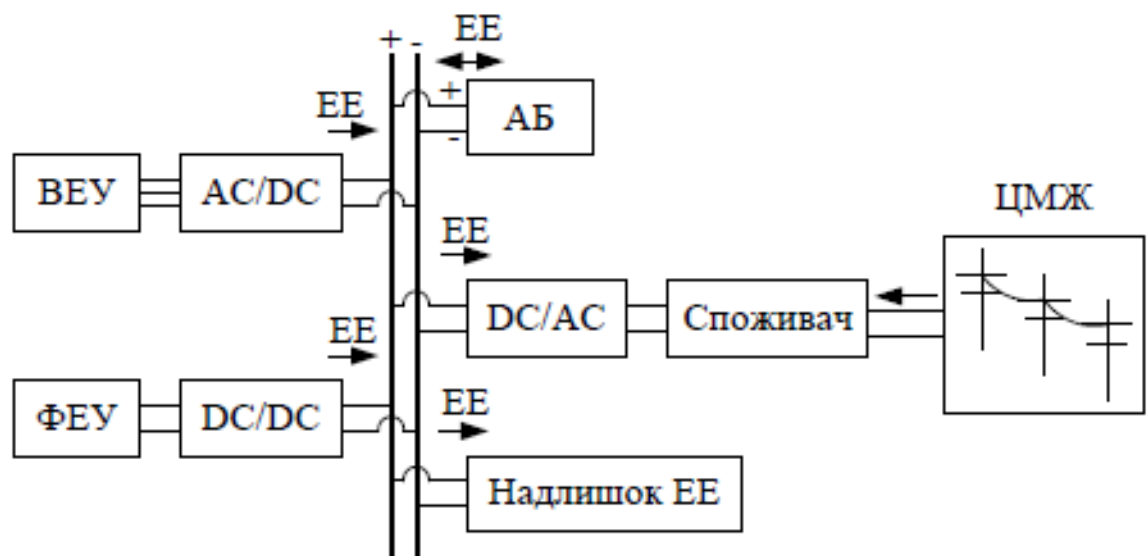
- автономні ВССЕ
- мережеві ВССЕ
- автономно-мережеві ВССЕ



а)



б)



в)

Рис. 2.3. Структури ВССЕ: а) автономна; б) мережева; в) автономно-мережева [25].

2.2. Визначення сумарної спожитої енергії за тиждень

Розробимо прототип даної моделі для м. Яворів яке знаходиться у Львівській області. Для подальшої розробки системи автономного живлення гібридного типу потрібно визначити яку потужність нам потрібно забезпечити. Для цього складемо таблицю та перерахуємо все навантаження змінного струму і вкажемо її номінальні потужності а кількість годин роботи за тиждень.

Сумарне навантаження за тиждень

Прилад	К-сть	U, В	P, Вт	I, А	Тривалість роботи, год.	Спожита Потужність, Вт
Комп'ютер	5	220	1000	5	40	40 000
Холодильник	1	220	250	1,5	21	5250
Принтер	1	220	45	3,5	6	270
Роутер Wi-Fi	1	220	7	0,6	168	1176
Освітлення	12	220	600	1,818	10	6000
Чайник	1	220	1500	9	1	1500
Кондиціонер	1	220	1000	5.7	20	20 000
Телевізор	2	220	500	1,5	18	9000

Визначимо загальну спожиту потужність за тиждень за формулою:

$$P_{заг} = P_{ком} + P_{хол} + P_{прин} + P_{роут} + P_{ос} + P_{чай} + P_{конд} + P_{тел} = 83,2 \text{ (кВт)}, \quad (2.1)$$

де $P_{ком}$ – потужність комп'ютера;

$P_{хол}$ – потужність холодильника;

$P_{прин}$ – потужність принтера;

$P_{роут}$ – потужність роутера;

$P_{ос}$ – потужність освітлення;

$P_{чай}$ – потужність чайника;

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

$P_{\text{конд}}$ – потужність кондиціонера;

$P_{\text{тел}}$ – потужність телевізора.

Знаходимо енергію постійного струму з урахуванням втрат в інверторі. Для цього необхідно помножити отримане значення потужності на коефіцієнт $k=1,2$.

$$E_n = P_{\text{заг}} \cdot k = 83,2 \cdot 1,2 = 99,84 \quad (2.2)$$

Розраховуємо потужність інвертора. Для цього потрібно E_n розділити на кількість годин за тиждень, тобто 168 год.

$$P = \frac{E_n}{7 \cdot 24} = \frac{99,84}{168} = 0,59 = 59 \text{ (кВт)} \quad (2.3)$$

Отже, по проведених розрахунках можемо побачити, що нам потрібно забезпечити живлення в 83,2 кВт на тиждень.

2.3. Вибір вітрової установки

Як згадувалося раніше, існує декілька типів вітроенергетичних установок:

1. Горизонтально-осьові;
2. Вертикально-осьові.

Горизонтально-осьові вітрогенератори частіше використовують на місцевості з постійним (або з більшим коефіцієнтом вітряної погоди) місцевості. В нашому випадку місцевість не вітряна, тому для підвищення ефективності вироблення енергії саме з вітрової установки оберем вертикально-осьовий вітрогенератор. Ще значним недоліком горизонтально-осьового варіанту є те, що він потребує додатково флюгера, який буде виконувати роль відслідковувала напряму вітру, що значно знижує швидкість обертання лопотів вітрогенератора. Через простоту виконання та надійність у роботі найбільшим

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		48

попитом користуються ротори Н-типу. Такі ротори можуть бути як однолопатеві так і багатолопатеві, але найбільш вживаними на сьогоднішній день є трилопатеві ротори, оскільки вони мають оптимальне для невеликих швидкостей вітру поєднання стартових та робочих характеристик . Крім того, трилопатеві Н-ротори є більш швидкохідними в порівнянні з роторами Савоніуса, а тому електричні генератори можуть безпосередньо з'єднуватися з вітроротором (ВР), формуючи прямий привід, що спрощує конструкцію ВЕУ, підвищує її стартові можливості та надійність роботи. Для покращення стартових характеристик Н-ротора можуть використовуватися гелікоподібні лопаті , проте процес їх виробництва є важчим та дорожчим, і якщо мова йде про мінімальний термін окупності, як один із критеріїв економічності установки, то Н-ротори з прямими лопатями є значно привабливішими.



Рис.2.4. Ротор Н-типу

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.4 Дослідження вітрового потенціалу м. Яворів

Проаналізувавши дані [42], можна сказати що вітер у м. Яворів постійно змінюється. Найбільшу швидкість вітру має зимою, а найменшу – влітку.

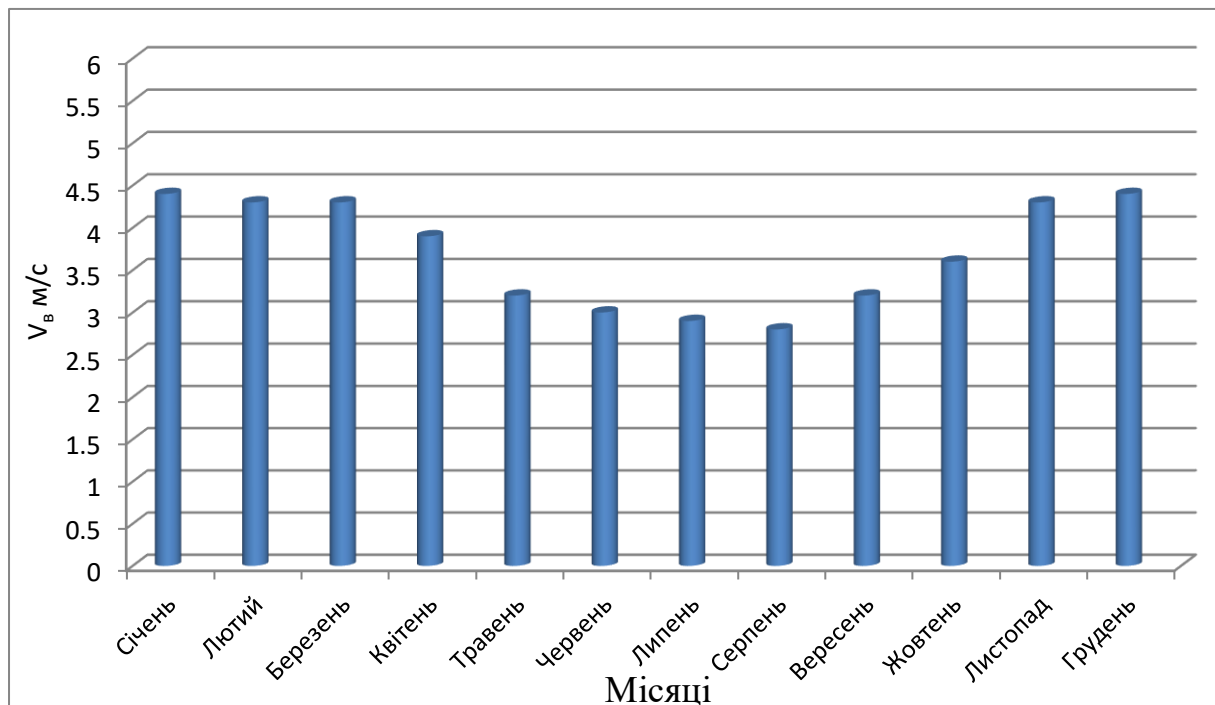


Рис.2.5. Стовпчаста діаграма середньомісячної швидкості вітру у м. Яворів

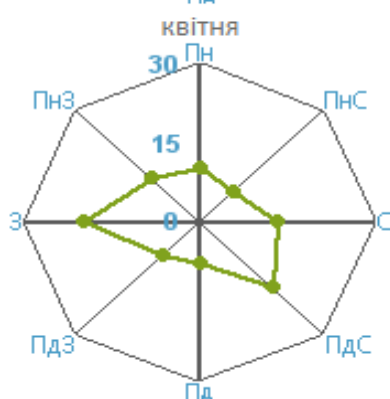
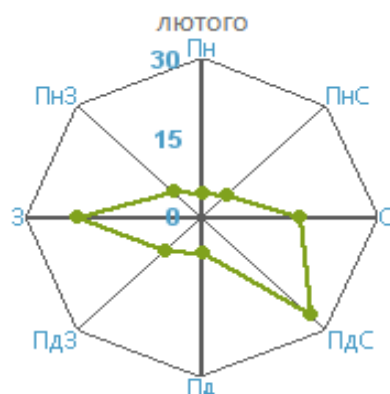
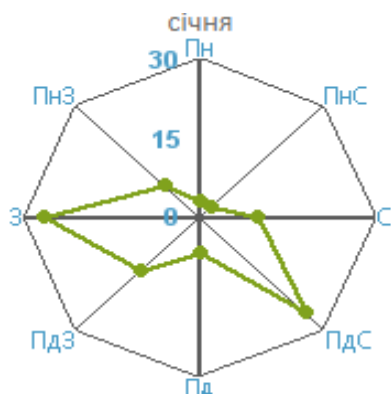
З рис.2.5. видно, що м. Яворів характеризується слабкими вітрами з переважаючими швидкостями вітру 3 – 5 м/с. Вітер зі швидкістю 3,5 м/с займає найбільшу кількість годин протягом року. Вітер великих швидкостей (10 – 12 м/с), що має високий енергетичний потенціал, буває у Яворові вкрай рідко. Тому для генерування ЕЕ з енергії вітру у м. Яворів необхідно застосовувати ВЕУ, які зможуть ефективно працювати та генерувати енергію на малих швидкостях вітру. Саме такими є прямопривідні ВЕУ з вертикальною віссю обертання (ВВО), що починають працювати зі швидкості вітру 3 м/с і здатні відбирати потужність від вітру невеликих швидкостей [27]. Результати розрахунку розподілу середньомісячної швидкості вітру вказують на те, що застосування саме ВЕУ з ВВО є оптимальним варіантом для отримання ЕЕ від

енергії вітру у м. Яворів, оскільки середньомісячні швидкості вітру є низькими. Найменша середня швидкість вітру припадає на серпень – 2,8 м/с, а найбільша на січень, що рівна 4,4 м/с [25].

Таблиця 2.2

Середньорічна роза вітрів м. Яворів

Середньорічна роза вітрів, %	
Пн	7,4
ПнСх	5,7
Сх	9,5
ПдСх	20,9
Пд	8,9
ПдЗх	11,7
Зх	23,3
ПнЗх	12,6
Швидкість вітру (N) (за середніми багатолітніми даними), повторення перевищення якої складає 5 %, м/с	12-13



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

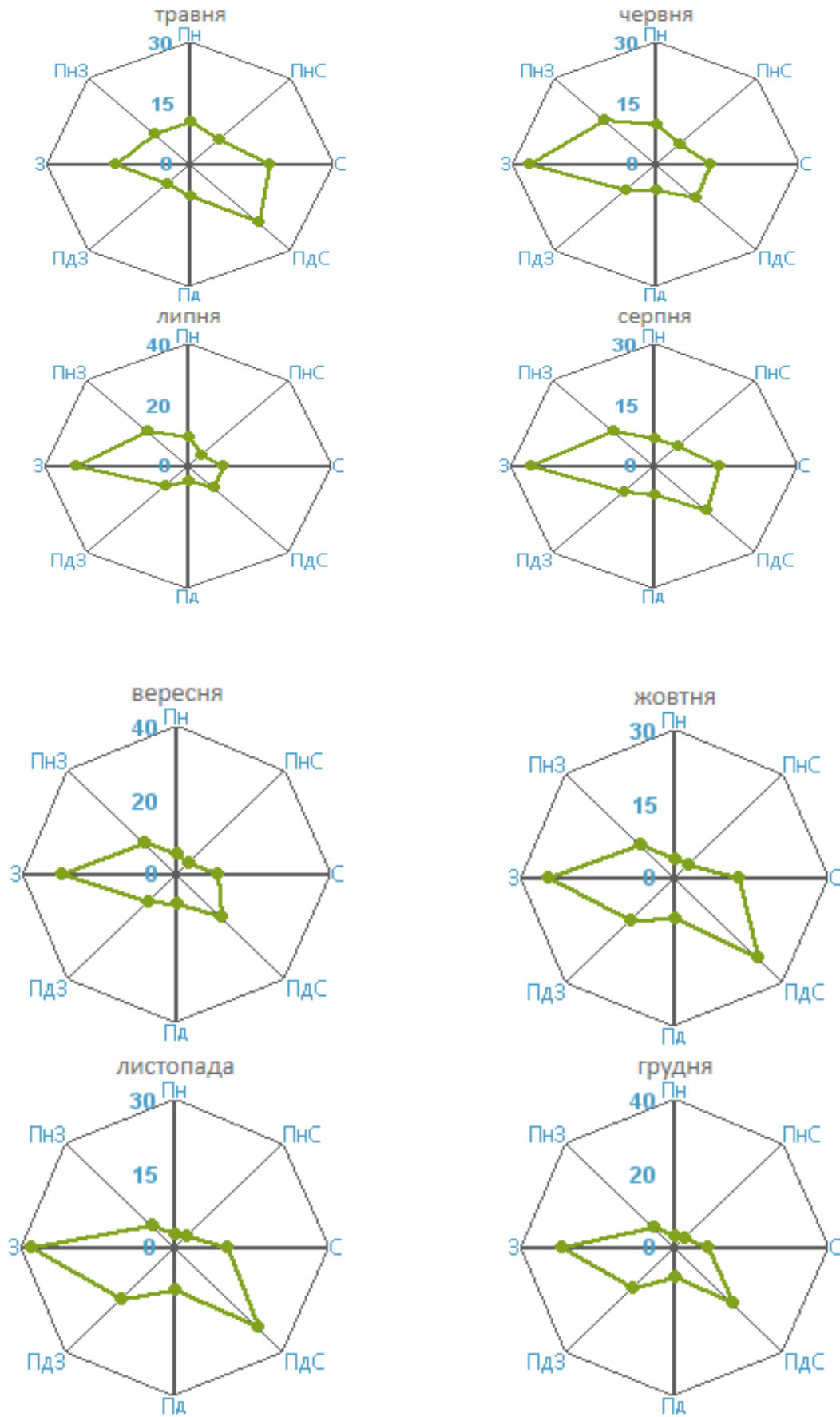


Рис.2.6. Роза вітрів м. Яворів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

З рис. 2.6. видно, що протягом року напрямки вітру у м. Яворів переважають вітри південно-західного і західного напрямків з середньою швидкістю 3-4 м/с. Сильні вітри (понад 15 м/с) найчастіше бувають в осінньо-зимовий період. Це ще раз підтверджує переваги застосування ВЕУ з ВВО, яка не потребує переорієнтації на напрям вітру. У випадку застосування концентрації вітропотoku у ВЕУ з ВВО необхідно віддати перевагу симетричному стаціонарному концентратору вітрового потоку (КВП), що виключає потребу його орієнтування на набігаючий вітропотік. Таким чином, на основі проведеного аналізу вітроенергетичного потенціалу м. Яворів та основі аналізу літературних джерел було прийнято рішення про доцільність застосування в регіоні прямопривідних швидкохідних ВЕУ з ВВО, обладнаних стаціонарними симетричними КВП.



Рис.2.7. Концентратори вітрового потоку для збільшення ефективності роботи ВЕУ з ВВО [25].

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

Останні дають змогу підвищити коефіцієнт відбору потужності від вітру, що забезпечить ефективність роботи ВЕУ на малих вітрах, та одночасно дають можливість збільшити стартовий момент ВР [25].

2.5. Розрахунок вітроколеса

Задано виконати аеродинамічний розрахунок ротора механічної вітроустановки EuroWind VS-03 3000W системи Н-типу потужністю $N = 3000$ Вт, яка розташована у горбогірній області з середньорічною швидкістю вітру 3,7 м/с та середньорічними даними: Найтепліший місяць року – липень (+17,7°C), а найхолодніший – січень (- 4,2°C), а середньорічна температура +7,5°C барометричний тиск $B = 750$ мм.рт.ст., При середньорічній швидкості вітру 3,7 м/с розрахункова швидкість вітру складає 8 м/с. Коефіцієнт використання енергії вітру прийнятий $C_p=0,36$. Кількість лопатей вітроколеса $Z_d = 3$.

Таблиця 2.2

Номінальні характеристики ВЕУ з ВВО

Назва ВЕУ з ВВО	EuroWind VS-03 3000W
Тип генератора	Синхронний генератор з постійними магнітами
Номінальна потужність $P_{ВЕУ}$, Вт	3000
Вихідна напруга U , В	48
Тип вертикального ротора	H-rotor
Радіус вертикального ротора R , м	3
Висота лопаті вертикального ротора $H_{ВР}$, м	3,6

Продовження таблиці 2.2

Кількість лопатей вертикального ротора	5
Стартова швидкість $V_{B\text{ ст}}$, м/с	2
Номінальна швидкість $V_{B\text{ ном}}$, м/с	12
Максимальна швидкість $V_{B\text{ макс}}$, м/с	40

Розрахунок геометричних параметрів ротора.

Потужність вітроустановки виражається за формулою:

$$N_{\text{ВЕУ}} = \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot C_p \cdot V^3 \quad (2.4)$$

де N – розрахункова потужність ВЕУ ;

A – площа омивання ВР з радіусом лопаті R та висотою $H_{\text{ВР}}$, м²;

V – швидкість вітру, м/с;

C_p – коефіцієнт використання вітру;

ρ – об'ємна густина повітря, яка розраховується за формулою, кг/м³:

$$\rho = \frac{M_{\text{П}}}{V_{\text{П}}}, \quad (2.5)$$

де M – маса повітря

V – об'єм повітря

- за стандартних умов (тиск $P_{\text{СТ}}=0,1013$ МПа, температура $T_{\text{СТ}}=293$ К або $t_{\text{СТ}} = 20^\circ\text{C}$)

Площа проекції робочої поверхні ротора:

$$A = 2RH_{\text{ВР}} \quad (2.6)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		55

Обчислимо об'ємну густину повітря за формулою (2.5):

$$\rho = \frac{28,979}{24,055} = 1,205 \text{ кг/м}^3$$

Тоді площу проекції робочої поверхні ротора знаходимо за формулою (2.6):

$$A = 2 \cdot 3 \cdot 3,6 = 21,6 \text{ м}^2$$

Потужність ВЕУ обчислюємо за формулою для кожного місяця за годину (2.4):

Розрахунок за січень:

$$N_{\text{січ 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 85,2 = 399,2 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.5)$$

$$N_{\text{січ 1тиж}} = 399,2 \cdot 168 = 67065,6 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.6)$$

Розрахунок за лютий:

$$N_{\text{лют 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 79,5 = 372,5 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.7)$$

$$N_{\text{лют 1тиж}} = 372,5 \cdot 168 = 62580 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.8)$$

Розрахунок за березень:

$$N_{\text{бер 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 79,5 = 372,5 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.9)$$

$$N_{\text{бер 1тиж}} = 372,5 \cdot 168 = 62580 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.10)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок за квітень:

$$N_{\text{кві 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 59,3 = 277,8 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.11)$$

$$N_{\text{кві 1тиж}} = 277,8 \cdot 168 = 46670,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.12)$$

Розрахунок за травень:

$$N_{\text{тра 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 32,8 = 153,7 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.13)$$

$$N_{\text{тра 1тиж}} = 153,7 \cdot 168 = 25838,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.14)$$

Розрахунок за червень:

$$N_{\text{чер 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 27 = 126,5 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.15)$$

$$N_{\text{чер 1тиж}} = 126,5 \cdot 168 = 21252 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.16)$$

Розрахунок за липень:

$$N_{\text{лип 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 24,4 = 114,3 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.17)$$

$$N_{\text{лип 1тиж}} = 114,3 \cdot 168 = 19202,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.18)$$

Розрахунок за серпень:

$$N_{\text{сер 1год}} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 21,9 = 102,6 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.19)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$N_{сер\ 1тиж} = 102,6 \cdot 168 = 17237,2 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.20)$$

Розрахунок за вересень:

$$N_{вер\ 1год} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 32,8 = 153,7 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.21)$$

$$N_{вер\ 1тиж} = 153,7 \cdot 168 = 25821,6 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.22)$$

Розрахунок за жовтень:

$$N_{жов\ 1год} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 46,6 = 218,3 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.23)$$

$$N_{жов\ 1тиж} = 218,3 \cdot 168 = 36674,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.24)$$

Розрахунок за листопад:

$$N_{лис\ 1год} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 79,5 = 372,5 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.25)$$

$$N_{лис\ 1тиж} = 372,5 \cdot 168 = 62580 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.26)$$

Розрахунок за грудень:

$$N_{груд\ 1год} = \frac{1,205}{2} \cdot 21,6 \cdot 0,36 \cdot 85,2 = 399,2 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.27)$$

$$N_{сич\ 1тиж} = 399,2 \cdot 168 = 67065,6 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.28)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.6. Дослідження притоку енергії від сонячної радіації

Засобами генерування ЕЕ від сонця виступають ФЕП, які можуть бути монокристалічними, полікристалічними, аморфними, органічними. Через те, що монокристалічні ФЕП мають найбільший ККД, їх найбільше використовують в системах електрозабезпечення. Для отримання максимальної кількості ЕЕ від ФЕП в умовах обмеженого регіонального сонячного ресурсу, необхідно проводити відповідні розрахунки. Величина притоку енергії сумарної сонячної радіації (СР) на фотоелектричну панель (ФЕП) залежить від місця розміщення та орієнтації панелі, кута її нахилу до горизонту, пори року, часу доби, погоди та низки інших факторів. До складу сумарної СР входить пряма СР, що надходить на світлопоглинаючу поверхню від сонця, та розсіяна небосхилом СР. У похмурі дні розсіяна СР є єдиним джерелом енергії в приземних шарах атмосфери. Навіть незначна кількість генерованої ФЕП ЕЕ в похмурі дні дасть змогу покрити електричні потреби малопотужних споживачів [41].

Питому потужність притоку сумарної СР S [Вт/м²] можна розрахувати за виразом:

$$S = S_p + S_{\Pi}, \quad (2.29)$$

де S_p та S_{Π} – питомі потужності притоку відповідно прямої і розсіяної СР.

Схему притоків S_p та S_{Π} показано на рис.2.6.

Питома потужність притоку прямої СР на орієнтовану довільним чином площину рівна:

$$S_{\Pi} = S_M \cos \theta, \quad (2.30)$$

де S_M – питома потужність притоку прямої СР біля земної поверхні на перпендикулярну до сонячних променів площину;

θ – кут між перпендикуляром до площини та напрямом на сонце [28].

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

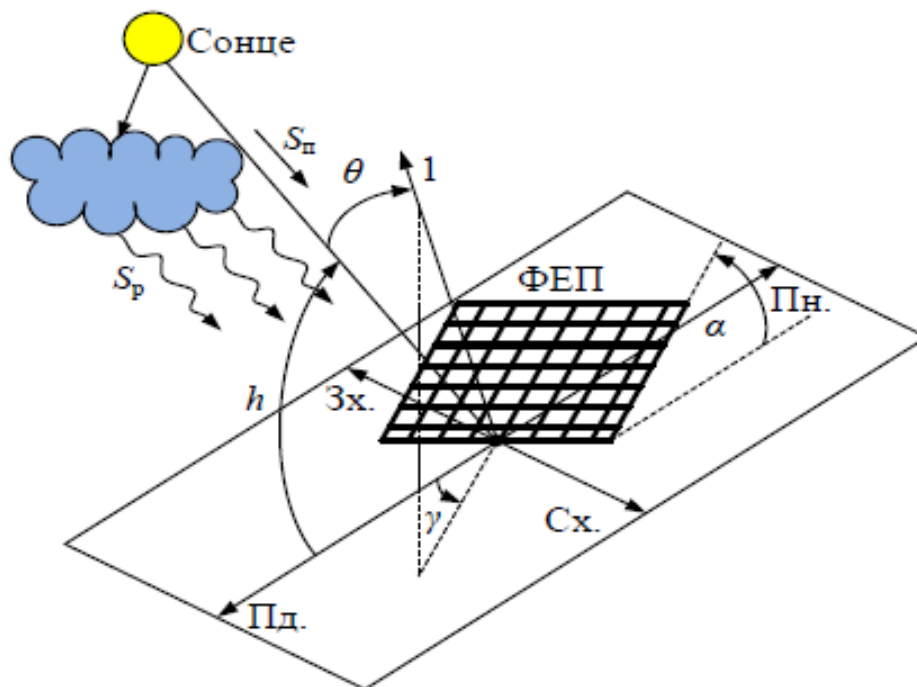


Рис.2.8. Схема притоків потужностей прямої $S_{п}$ і розсіяної $S_{р}$ СР та параметри орієнтації ФЕП відносно горизонтальної площини [28].

Знаючи статистику сонячної радіації за декілька років, ми маємо можливість спрогнозувати вироблення електроенергії фотоелектричними модулями в різних регіонах України. Середній місячний рівень сонячної радіації, кВт·год/м²/день, в регіонах України (середній показник за останні 22 роки за даними NASA) наведено в таблиці 2.3.

Кількість енергії, Вт·год, що виробляється фотоелектричним модулем протягом дня, розраховується за формулою:

$$W_{EE}^{\text{ФЕМ}} = P^{\text{ФЕМ}} \cdot k_{\text{ФЕМ}} \cdot T_{h\text{ФЕМ}}, \quad (2.31)$$

де $P^{\text{ФЕМ}}$ – номінальна потужність фотоелектричного модуля, Вт;

$k_{\text{ФЕМ}}$ – коригувальний коефіцієнт, що дорівнює 0,7 влітку і 0,5 в зимовий період, робить поправку на втрату потужності сонячних елементів при

нагріванні на сонці, а також враховує похиле падіння променів на поверхню модулів протягом дня;

$T_{hФЕМ}$ – кількість пікових годин, тобто умовний час, протягом якого сонце світить з інтенсивністю 1000 Вт/м², визначається як:

$$T_{hФЕМ} = \frac{E_{CI}^{cc}}{1000}, \quad (2.32)$$

де E_{CI}^{cc} – середньодобове значення інтенсивності сонячного випромінювання в даному місяці, Вт·год/м²/день; 1000 – інтенсивність світлового випромінювання при стандартних умовах випробувань фотоелектричних панелей, Вт/м².

Таблиця 2.3

Інтенсивність сонячного випромінювання за останні 22 роки [29]

	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Вінниця	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,3	5,16	4,68	3,21	1,97	1,10	0,9
Луцьк	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79
Дніпро	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,70	5,08	3,66	2,27	1,20	0,96
Донецьк	1,21	1,99	2,94	4,04	5,48	5,55	5,66	5,09	3,67	2,24	1,23	0,96
Житомир	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83
Ужгород	1,13	1,91	3,01	4,03	5,01	5,31	5,25	4,82	3,33	2,02	1,19	0,88
Запоріжжя	1,21	2,00	2,91	4,20	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95
Івано-Франківськ	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94
Київ	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86
Кропивницький	1,20	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96

Продовження таблиці 2.3

Луганськ	1,23	2,06	3,05	4,05	5,46	5,57	5,65	4,99	3,62	2,23	1,26	0,93
Львів	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3,00	1,85	1,06	0,83
Миколаїв	1,25	2,10	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04
Одеса	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,58	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04
Полтава	1,18	1,96	3,05	4,00	5,40	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91
Рівне	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81
Суми	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,10	0,86
Тернопіль	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85
Харків	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,10	1,19	0,9
Херсон	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04
Хмельницький	1,09	1,86	2,87	3,85	5,08	5,21	5,04	4,58	3,14	1,98	1,10	0,87
Черкаси	1,15	1,91	2,94	3,99	5,44	5,46	5,54	4,87	3,40	2,13	1,09	0,91
Чернігів	0,99	1,80	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3,00	1,86	0,98	0,75
Чернівці	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94

2.7. Вибір сонячних модулів

Активне впровадження СЕС у світі стимулює інтенсивний розвиток ринку комплектуючих для сонячних електростанцій. Сьогодні великий попит мають китайські фотоелектричні панелі, так як їх вартість на порядок нижче, ніж системи виробництва США та Європи. Також свою продукцію на ринку пропонують виробники Японії, оцінна вартість якої тримається на одному рівні з європейськими та американськими конкурентами [29]. Інформація про найбільш популярні сонячні модулі представлена у таблиці 2.4.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ						Арк.
											62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							

Характеристика сонячних модулів

Виробник	Країна	Характеристика	Вартість, дол.
Jinko Solar JKM280P-60	Китай	Тип кремнію: полікристал. Клас фотомодулю: "А" Номінальна потужність: 280 Вт. Напруга при макс. потужності: 32.3 В. Струм при макс. потужності: 8.69 А. Струм короткого замикання: 9.20 А. Напруга холостого ходу: 39.4 В. Розміри: 1650 × 992 × 40 мм.	109
Perlight Solar PLM-270P-60	Китай	Тип кремнію: полікристал. Клас фотомодулю: "А" Номінальна потужність: 270 Вт. Напруга при макс. потужності: 31.22 В. Струм при макс. потужності: 8.65 А. Струм короткого замикання: 9.13 А. Напруга холостого ходу: 38.23 В. Розміри: 1640x992x35 мм.	112
Altek ALM- 265P	Китай	Тип кремнію: полікристал. Клас фотомодулю: "А" Номінальна потужність: 265 Вт. Напруга при макс. потужності: 31.0 В. Струм при макс. потужності: 8.53 А. Струм короткого замикання: 9.1 А. Напруга холостого ходу: 38.13 В. Розміри: 1640x992x35 мм.	130
Trina Solar TSM-270PD05	Китай	Тип кремнію: полікристал Клас фотомодулю: "А" Номінальна потужність: 270 Вт. Напруга при макс. потужності: 30.9 В. Струм при макс. потужності: 8.73 А. Струм короткого замикання: 9.18 А. Напруга холостого ходу: 38.4 В. Розміри: 1650×992×40 мм.	92

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		63

Продовження таблиці 2.4

Canadian Solar CS6K-275P	Китай	Тип кремнію: полікристал Клас фотомодулю: "А" Номінальна потужність: 275 Вт. Напруга при макс. потужності: 31.0 В. Струм при макс. потужності: 8.88 А. Струм короткого замикання: 9.45 А. Напруга холостого ходу: 38.0 В. Розміри: 1650×992×40 мм	92
-----------------------------	-------	--	----

Розрахуємо скільки потужності потрібно для забезпечення живлення на годину:

$$P_{1год} = \frac{P_{заг}}{168} = \frac{83,2}{168} = 495,2 \text{ (Вт)} \quad (2.33)$$

Для подальшого розрахунку використовуємо полікристалічну модель від компанії Jinko Solar JKM280P-60 (рис 2.6). Номінальна потужність сонячної панелі складає 280 Вт.



Рис.2.9. Сонячна панель Jinko Solar JKM280P-60

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		64

Розраховуємо кількість енергії, що виробляється фотоелектричним модулем протягом кожного дня та протягом тижня:

Розрахунок за січень:

$$T_{\text{січ}} = \frac{E_{\text{сд.січ}}}{1000} = \frac{1080}{1000} = 1,08 \text{ год}; \quad (2.34)$$

$$W_{\text{січ } 1\text{д}} = 280 \cdot 0,5 \cdot 1,08 = 151,2 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.35)$$

$$W_{\text{січ } 1\text{тиж}} = 151,2 \cdot 7 = 1058,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.12)$$

Розрахунок за лютий:

$$T_{\text{лют}} = \frac{E_{\text{сд.лют}}}{1000} = \frac{1830}{1000} = 1,83 \text{ год}; \quad (2.13)$$

$$W_{\text{лют } 1\text{д}} = 280 \cdot 0,5 \cdot 1,83 = 256,2 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.14)$$

$$W_{\text{лют } 1\text{тиж}} = 256,2 \cdot 7 = 1793,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.15)$$

Розрахунок за березень:

$$T_{\text{бер}} = \frac{E_{\text{сд.бер}}}{1000} = \frac{2820}{1000} = 2,82 \text{ год}; \quad (2.16)$$

$$W_{\text{бер } 1\text{д}} = 280 \cdot 0,5 \cdot 2,82 = 394,8 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.17)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$W_{\text{бер 1тиж}} = 394,8 \cdot 7 = 2763,6 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.18)$$

Розрахунок за квітень:

$$T_{\text{кві}} = \frac{E_{\text{сд.кві}}}{1000} = \frac{3780}{1000} = 3,78 \text{ год}; \quad (2.19)$$

$$W_{\text{кві 1д}} = 280 \cdot 0,7 \cdot 3,78 = 740,8 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.20)$$

$$W_{\text{кві 1тиж}} = 740,8 \cdot 7 = 5185,6 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.21)$$

Розрахунок за травень:

$$T_{\text{тра}} = \frac{E_{\text{сд.тра}}}{1000} = \frac{4670}{1000} = 4,67 \text{ год}; \quad (2.22)$$

$$W_{\text{тра 1д}} = 280 \cdot 0,7 \cdot 4,67 = 915,3 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.23)$$

$$W_{\text{тра 1тиж}} = 915,3 \cdot 7 = 6407,1 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.24)$$

Розрахунок за червень:

$$T_{\text{чер}} = \frac{E_{\text{сд.чер}}}{1000} = \frac{4830}{1000} = 4,83 \text{ год}; \quad (2.25)$$

$$W_{\text{чер 1д}} = 280 \cdot 0,7 \cdot 4,83 = 946,7 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.26)$$

$$W_{\text{черв 1тиж}} = 946,7 \cdot 7 = 6626,9 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.27)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок за липень:

$$T_{\text{лип}} = \frac{E_{\text{сд.лип}}}{1000} = \frac{4830}{1000} = 4,83 \text{ год}; \quad (2.28)$$

$$W_{\text{лип 1д}} = 280 \cdot 0,7 \cdot 4,83 = 946,7 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.29)$$

$$W_{\text{лип 1тиж}} = 946,7 \cdot 7 = 6626,9 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.30)$$

Розрахунок за серпень:

$$T_{\text{сер}} = \frac{E_{\text{сд.сер}}}{1000} = \frac{4450}{1000} = 4,45 \text{ год}; \quad (2.31)$$

$$W_{\text{сер 1д}} = 280 \cdot 0,7 \cdot 4,45 = 872,2 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.32)$$

$$W_{\text{сер 1тиж}} = 872,2 \cdot 7 = 6105,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.33)$$

Розрахунок за вересень:

$$T_{\text{вер}} = \frac{E_{\text{сд.вер}}}{1000} = \frac{3000}{1000} = 3,0 \text{ год}; \quad (2.34)$$

$$W_{\text{вер 1д}} = 280 \cdot 0,7 \cdot 3,0 = 588 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.35)$$

$$W_{\text{вер 1тиж}} = 588 \cdot 7 = 4116 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.36)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок за жовтень:

$$T_{\text{жовт}} = \frac{E_{\text{сд.жовт}}}{1000} = \frac{1850}{1000} = 1,85 \text{ год}; \quad (2.37)$$

$$W_{\text{жовт } 1\text{д}} = 280 \cdot 0,5 \cdot 1,85 = 259 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.38)$$

$$W_{\text{жовт } 1\text{тиж}} = 259 \cdot 7 = 1813 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.39)$$

Розрахунок за листопад:

$$T_{\text{лист}} = \frac{E_{\text{сд.лист}}}{1000} = \frac{1060}{1000} = 1,06 \text{ год}; \quad (2.40)$$

$$W_{\text{лист } 1\text{д}} = 280 \cdot 0,5 \cdot 1,06 = 148,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.41)$$

$$W_{\text{лист } 1\text{тиж}} = 148,4 \cdot 7 = 1038,8 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.42)$$

Розрахунок за грудень:

$$T_{\text{груд}} = \frac{E_{\text{сд.груд}}}{1000} = \frac{830}{1000} = 0,83 \text{ год}; \quad (2.43)$$

$$W_{\text{груд } 1\text{д}} = 280 \cdot 0,5 \cdot 0,83 = 116,2 \text{ Вт} \cdot \text{год}; \quad (2.44)$$

$$W_{\text{груд } 1\text{тиж}} = 116,2 \cdot 7 = 813,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}. \quad (2.45)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Щоб забезпечити належне живлення нам потрібно 30 сонячних панелей Jinko Solar JKM280P-60. Розрахуємо сумарне живлення від ВССЕ за тиждень для кожного місяця:

Розрахунок за січень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 1,058 \cdot 30 = 31,74 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.46)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 67,065 + 31,74 = 98,53 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.47)$$

Розрахунок за лютий:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 1,793 \cdot 30 = 53,79 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.48)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 62,580 + 53,79 = 116,37 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.49)$$

Розрахунок за березень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 2,763 \cdot 30 = 82,89 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.50)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 62,580 + 82,89 = 145,47 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.51)$$

Розрахунок за квітень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 5,185 \cdot 30 = 155,55 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.52)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 46,670 + 155,55 = 202,22 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.53)$$

Розрахунок за травень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 6,407 \cdot 30 = 192,21 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.54)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 25,838 + 192,21 = 218,04 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.55)$$

Розрахунок за червень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 6,626 \cdot 30 = 198,78 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.56)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 21,252 + 198,78 = 220,03 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.57)$$

Розрахунок за липень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 6,626 \cdot 30 = 198,78 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.58)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 19,202 + 198,78 = 217,98 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.59)$$

Розрахунок за серпень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 6,105 \cdot 30 = 183,15 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.60)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 17,237 + 183,15 = 200,38 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.61)$$

Розрахунок за вересень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 4,116 \cdot 30 = 123,48 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.62)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 25,821 + 123,48 = 149,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.63)$$

Розрахунок за жовтень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 1,813 \cdot 30 = 54,39 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.64)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 36,674 + 54,39 = 91,06 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.64)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок за листопад:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 1,038 \cdot 30 = 31,14 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.65)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 62,580 + 31,14 = 93,72 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.66)$$

Розрахунок за грудень:

$$P_{\text{ФЕУ 1тиж}} = 0,813 \cdot 30 = 24,39 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (2.67)$$

$$P_{\text{ВССЕ 1тиж}} = 67,065 + 24,39 = 91,45 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \quad (2.68)$$

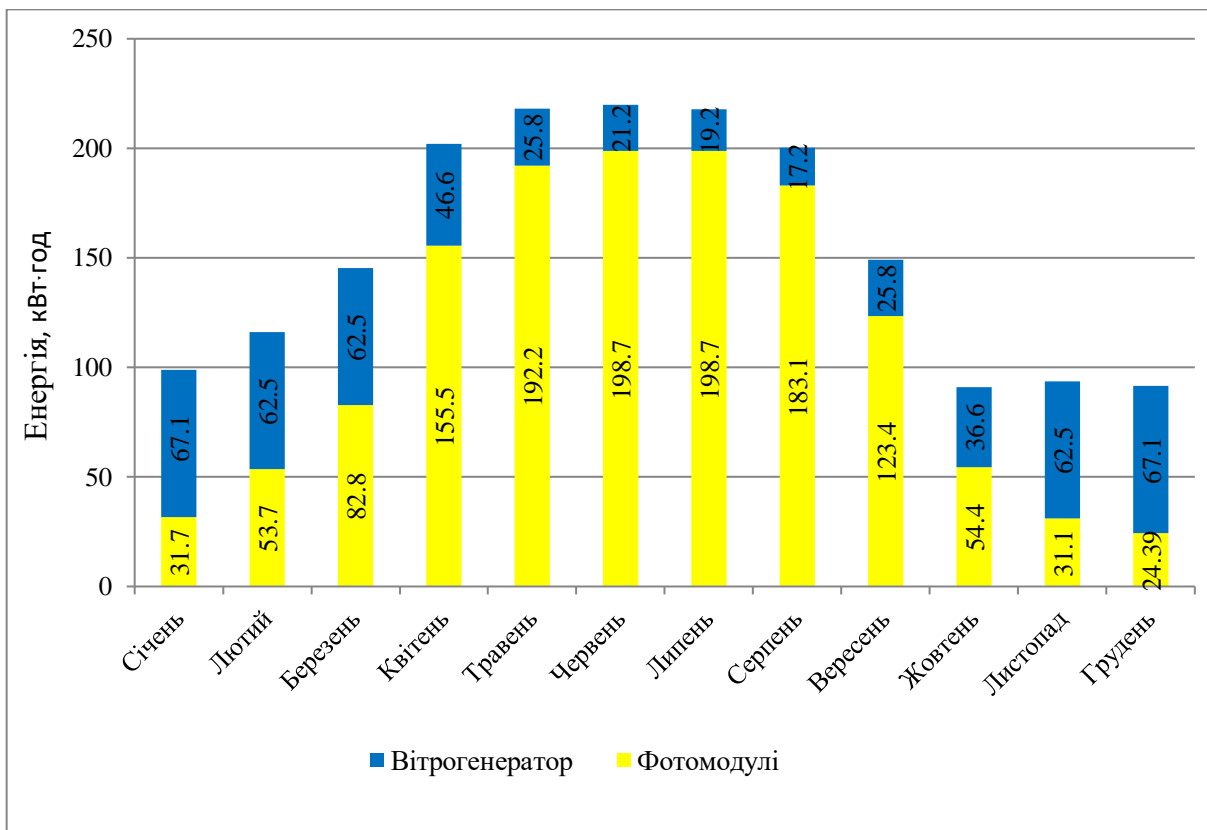


Рис.2.10. Діаграма загального вироблення енергії сонячними модулями та вітрогенератором

У системі використовується спеціальний кабель для сонячних батарей із додатковою ізоляцією, що дозволяє знизити втрати електричної енергії на ділянці від сонячних батарей до контролера від 5 до 40 %. Для збільшення вихідної потужності паралельно встановлено гібридний інвертор 10кВт АVi-Solar HT 10КЗР [30].



Рис.2.11. Гібридний інвертор 10кВт АVi-Solar HT 10КЗР

Гібридний інвертор АVi-Solar HT 10КЗР перетворює постійний струм в змінний з максимальною ефективністю 96 %. МРРТ контролер заряду. Одночасна робота в режимах мережевій та автономній системах живлення.

Якщо обсяг годинної генерованої від ПДЕ ЕЕ перевищує обсяг ЕЕ, необхідної споживачу в конкретну годину, то надлишкова ЕЕ буде нагромаджуватися в АБ, поки величина енергії АБ не досягне максимального

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

значення $E_{\text{бmax}}$. Якщо ж на момент часу t енергія батареї досягає $E_{\text{бmax}}$, то така ситуація зумовлює появу надлишкової генерованої електроенергії.

Таблиця 2.5

Технічні характеристики інвертора AVi-Solar HT 10K3P

Характеристика	Значення
Номінальна потужність, кВт	10
Форма вихідної напруги	Чиста синусоїда
Вихідна напруга, В	220~240
Вихідна частота, Гц	50
Напруга постійного струму, В	48
Споживання без навантаження, Вт	< 50
Струм що споживає інвертор, А	20
Струм заряду	50
Напруга акумуляторної батареї, В	48
Розміри, мм	167 × 500 × 622

Надлишкова генерована від ПДЕ ЕЕ, яка не може нагромаджуватися в АБ, або втрачається шляхом зменшення генерування, або може бути корисно використана, наприклад, на обігрів або цей інвертор здатний працювати за "зеленим тарифом".

Для зменшення ризику пошкодження інвертора використовуються свинцево-кислотні акумуляторні батареї глибокого розряду. Сумарна ємність акумуляторних батарей для сієми складає 800 А · год. Для забезпечення безперебійного електропостачання встановлено систему акумуляторів Ventura GPL12-100, характеристики яких наведені в таблиці 2.6. Для з'єднання акумуляторів в батареях застосовано послідовно-паралельний тип з'єднання, тобто такий, що збільшує як ємність, так і напругу акумуляторів [30].



Рис.2.12. Акумулятор Ventura GPL12-100

Таблиця 2.6

Характеристики акумулятора Ventura GPL12-100

Характеристики	Значення
Номінальна напруга, В	12
Ємність, А · год	100
Робочий діапазон температур, °С	-15 — +50
Максимальний зарядний струм, А	19,5
Напруга циклічного заряду, В	14,5 —14,9
Напруга буферного заряду, В	13,6 —13,8
Вплив температури на ємність 40°C /25°C/ 0°C/ -15°C	102 % /100 % /85 % /65 %
Максимальний розрядний струм (5с), А	650
Габаритні розміри, мм	330 × 172 × 224
Вага, кг	29,6
Технологія виготовлення	AGM

Кількість електроенергії, що виробляється гібридною системою у найбільш сприятливі періоди року, досягає 220 кВт·год на тиждень. Середнє тижневе виробництво електроенергії гібридною системою складає 153,5 кВт·год чого цілком достатньо для забезпечення електроенергією малого підприємства.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Висновки до розділу

При виборі оптимальної схеми електрозабезпечення малого підприємства розглядалося декілька варіантів і визнано найбільш доцільним використання гібридної системи сонце-вітер. Комбінування різних джерел відновлюваної енергії дозволяє створити систему електропостачання для малого підприємства, яка задовольняє вимогам потужності, часу безперебійної роботи [30]. Також великим недоліком є велика вартість таких установок.

Генерування електроенергії від поновлювальних джерел енергії на основі використання гібридних установок є актуальним в теперішній час не тільки для віддалених споживачів, а й для споживачів, що використовують центральну мережу живлення.

Автономно-мережеві гібридні системи є актуальними для України, проте в більшості ще не є дослідженими щодо умов окупності. Для цього потрібно вироблення чітких алгоритмів їх роботи.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 3

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Гібридний інвертор – прилад, який поєднує у собі властивості як мережевих, так і автономних інверторів. При можливості контакту з акумуляторними батареями, а також наявності доступу до централізованого електропостачання, такий вид приладу надає можливість максимально практично виробляти, перероблювати та зберігати енергію, отриману від фотоелементів сонячних панелей.

Такі інвертори незамінні для домашнього використання – вони генерують енергію незалежно від наявності підключення до мережі, тому в комбінованій установці використовується гібридний інвертор AViSolarHT10K3P. Вбудований РК дисплей дозволяє переглядати та конфігурувати основні параметри станції. Ефективність перетворення енергії становить 96 %. Для нормальної роботи інверторів НТР необхідне підключення акумуляторів.

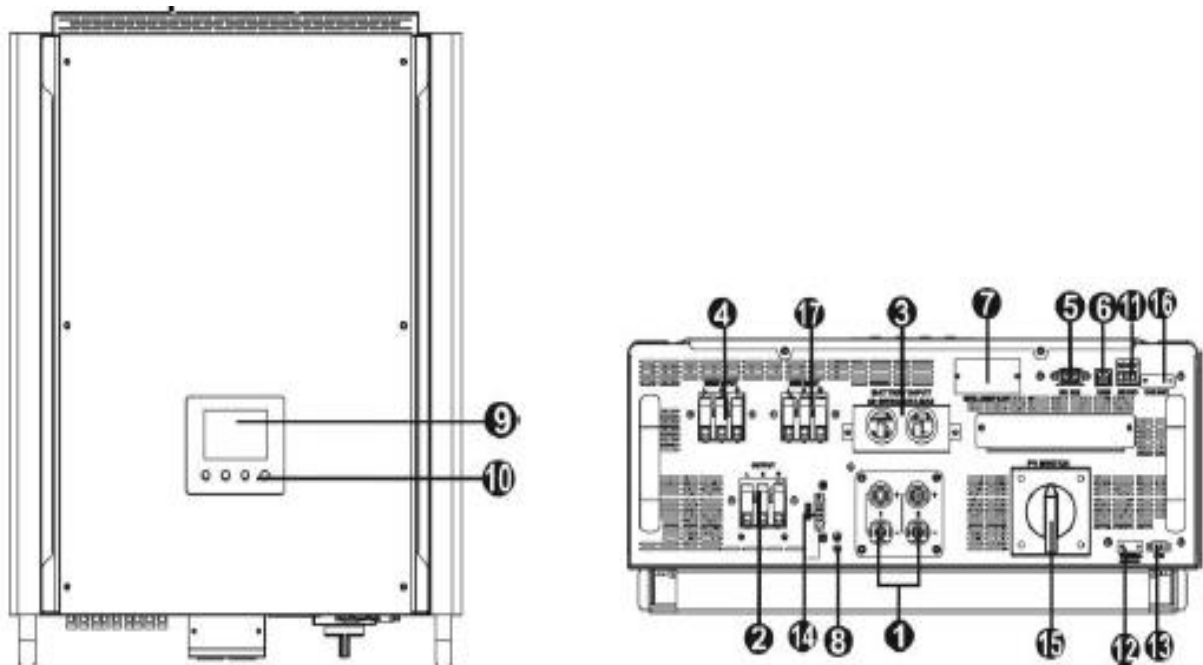


Рис.3.1.Вигляд AVi-Solar HT 10K3P, 1) Клеми ВДЕ; 2) АС вихід (навантаження);

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		
Розробив	Леуш Б.М.						
Перевірив	Козак К.М.						
Консуьлт.	Козак К.М.						
Н.контр.	Коваль В.П.						
Затвердив	Тарасенко М.Г.				Літ.	Арк.	Аркушів
						76	106
					ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		

- 3) Клеми для підключення АКБ; 4) Клеми для підключення мережі; 5) RS-232 порт зв'язку; 6) USB порт; 7) Логічний слот; 8) Заземлення; 9) LCD дисплей; 10) Кнопки управління; 11) Перекидне реле; 12) Датчик температури інвертора; 13) Аварійне відключення; 14) EMS порт; 15) Вимикач постійного струму; 16) Порт реле управління; 17) Клеми для підключення генератора.

Гібридний інвертор АVi-Solar HT 10КЗР володіє всіма комунікаційними можливостями сучасного пристрою, що дає вам можливість в реальному часі відстежувати продуктивність вашої домашньої електростанції з вашого комп'ютера, планшета або смартфона. Завдяки вбудованому веб-серверу гібридний інвертор АVi-Solar HT 10КЗР транслює власний Wi-Fi, що дозволяє отримувати доступ до даних про продуктивність без необхідності підключення до Інтернету. Локальний інтерфейс моніторингу відображає детальну інформацію про згенеровану сонячними панелями енергію, енергію, що зберігається в АБ або споживання від батарей, а також енергії, що надходить і йде в громадську розподільну мережу за зеленим тарифом.

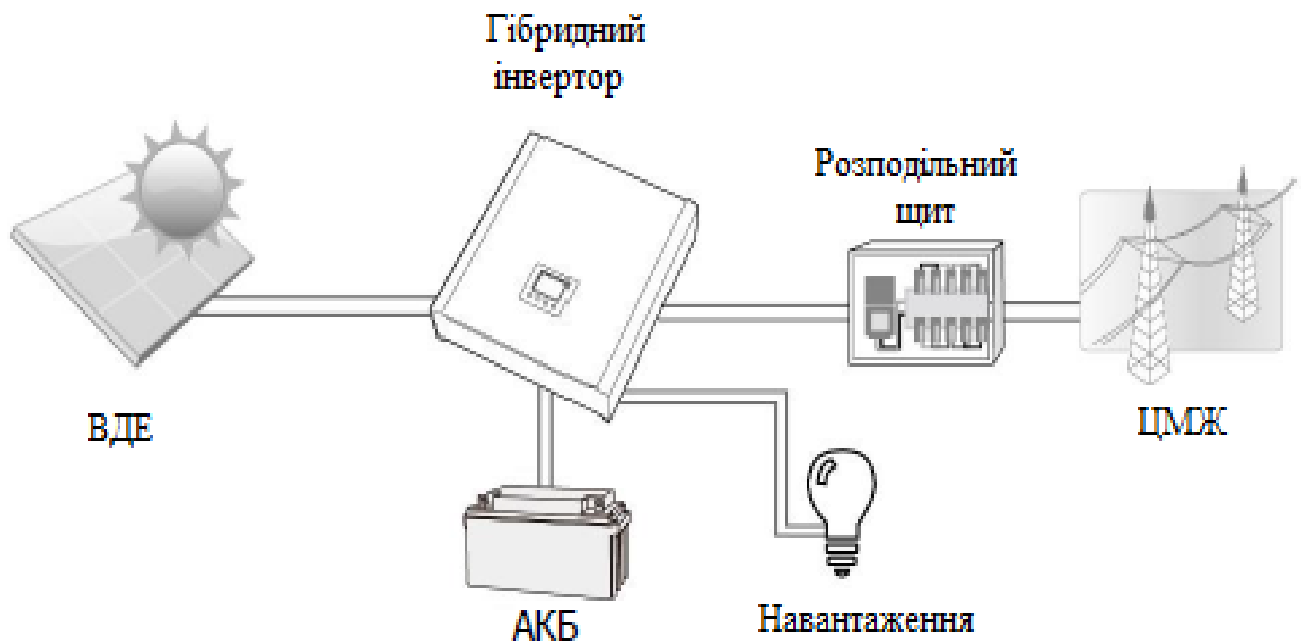


Рис.3.2.Базова схема роботи гібридного інвертор

Пильне спостереження за Вашою сонячною системою дозволяє адаптувати конфігурацію гібридного інвертора АVi-Solar HT 10КЗР, щоб точно

										КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							77

налаштувати загальну продуктивність всієї фотоелектричної системи. Існує також можливість віддаленого доступу до всіх цих функцій за допомогою веб інтерфейсу моніторингу, який стає доступним після підключення AVi-Solar HT 10K3P до Інтернету. Крім того, AVi-Solar HT 10K3P може відправляти вам електронні листи, що стосуються системних подій, пов'язаних з вашим автономним будинком, що дозволяє вживати превентивних заходів. Ви можете контролювати гібридний інвертор вашого автономного будинку з будь якої точки світу.

Після включення налаштовуємо вихідну потужність в параметрах програмного забезпечення. Коли "Аварійне управління живленням" (Emergency power supply control) активовано (enabled), а інвертор працює в режимі роботи від батареї, він відключить вихід змінного струму і остається в мережі через порт EMS, коли напруга батареї впаде до заданого значення в "Напруга батареї, щоб відключити мережевий вихід в режимі роботи від батареї"(Battery voltage to cut-off mains output in battery mode".

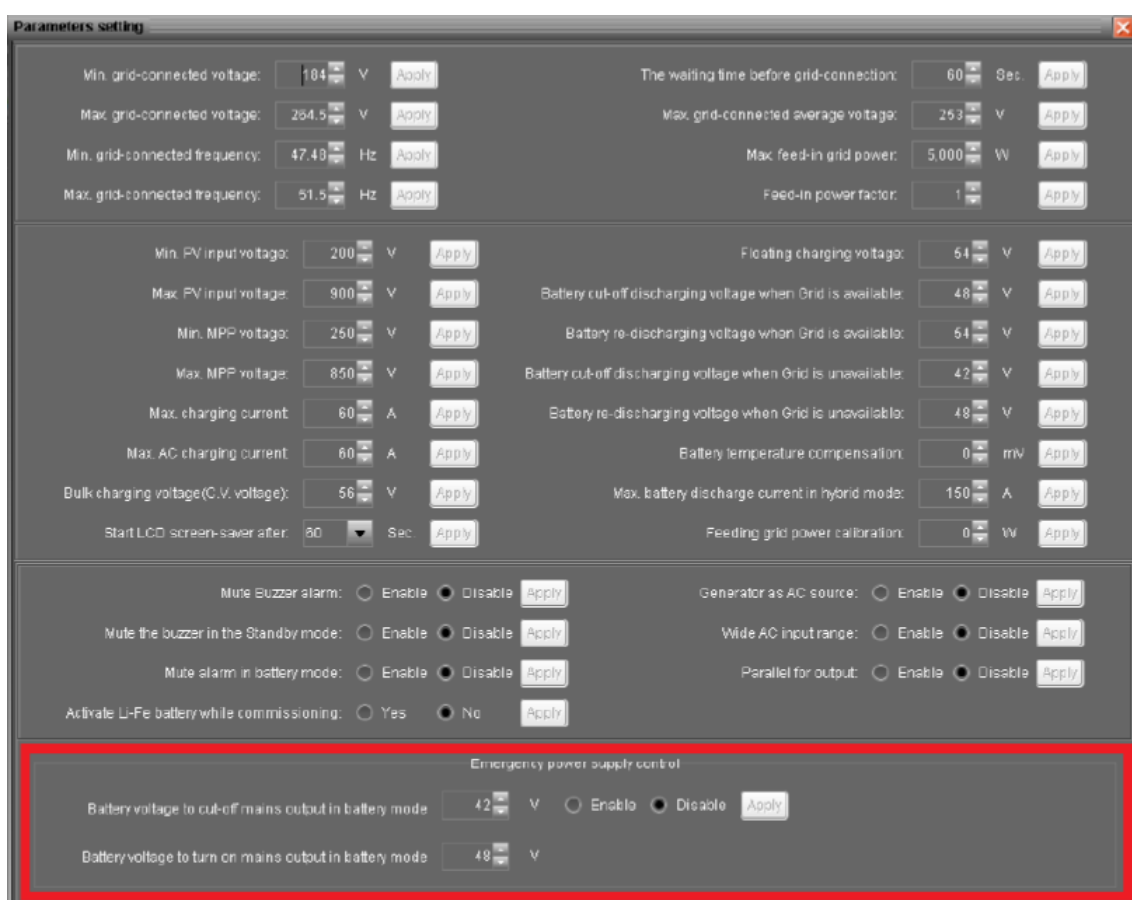


Рис.3.3. Настройки програмного забезпечення

					KMP 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Інвертор оснащений декількома портами зв'язку, а також обладнаний логічним слотом для зв'язку з ПК.

Після включення гібридного інвертора на дисплеї з'явиться основне вікно, у якому зазначені такі параметри:

- Напруга або частота мережі;
- Частота, напруга, потужність або процент нагрздки;
- Напруга або потужність ВДЕ;
- Напруга або процент заряду АБ;
- Дата і час;
- Вироблення фотомодулів за день або за весь час;
- Режим генерування.



Рис.3.4.Дисплей гібридного інвертора

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		79

Для того щоб точно спостерігати і враховувати кількість генерування електроенергії, потрібно відкалібрувати таймер цього пристрою.

До інвертора можна підключити наступні типи АБ:

- свинцево-кислотні з рідким електролітом;
- гелеві свинцево-кислотні;
- літєві.

Пріоритет розподілення вироблення енергії від ВДЕ: 1) Навантаження; 2) Акумуляторні батареї; 3) ЦМЖ. Гібридні установка буде живити навантаження по пріоритету. При наявності надлишку згенерованої енергії, будуть заряджатись АБ. Згенерована електроенергія, що лишилася буде передаватися в ЦМЖ.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

РОЗДІЛ 4

4.1. Розрахунок капітальних затрат

На великій території України, зокрема в її західній частині, енергетичний потенціал вітру і сонячного випромінювання являються низькими. Для роботи в таких умовах потрібно шукати методи побудови комбінованих гібридних установок, які б поєднували високу енергетичну ефективність. Тому в даній магістерській дисертації був проведений розрахунок комбінованої автономно-мережевої системи ефективного електропостачання малого підприємства на основі відновлюваних джерел енергії в умовах західної України.

У зв'язку з цим необхідно визначити капітальні та експлуатаційні витрати по впровадженню такої системи і розрахувати її термін окупності. А також оцінити, наскільки дана система економічно вигідна .

Важливою є оцінка ціни обладнання, що буде використовуватися в системі. Оскільки обладнання для вітросонячної системи електроживлення в більшості випадків є імпортом, і його закупівельна вартість залежить від курсу долара США, то для зручності в розрахунках та уникнення перерахунків курсів валюти у зв'язку з її коливанням, ціна на обладнання, яка була отримана з електронних каталогів мережі Internet, в дослідженні виражається в доларах США. Також в дослідженні було враховано витрати на обслуговування елементів системи протягом усього терміну її експлуатації (20 років), а також витрати на заміну елементів (заміна АБ через 10 років роботи системи). Витрати на обслуговування елементів системи встановлювалися в розмірі 1% від ціни устаткування.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Леуш Б.М.				ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Козак К.М.						81	106
Консульт.	Мельник Л.М.					ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕММ-61		
Н. Контр.	Коваль В.П.							
Затвердив	Тарасенко М.Г.							

Під час кошторисного аналізу кожної із ВССЕ, в першу чергу, необхідно розрахувати загальну річну її вартість – ТАС (Total Annualized Cost) за таким співвідношенням:

$$TAC = \frac{TLCC}{CPWF}, \quad (4.1)$$

де TLCC (Total Life Cycle Cost) – загальна вартість системи протягом періоду експлуатації;

CPWF (Cumulative Present Worth Factor) – сукупний фактор реальної вартості.

Таблиця 4.1

Капітальні витрати

№	Назва технічних матеріалів	Кількість	Ціни за одиницю, грн	Сума, грн
1	EuroWind VS-03 3000W	1	273962	273962
2	Jinko Solar JKM280P-60	30	2603	78090
3	Ventura GPL12-100	8	4751	38008
4	ABi-Solar HT 10K3P	1	96216	96216
5	Транспортні витрати	-	7183	7183
6	Монтажно-налагоджувальні роботи	-	5103	5103
Усього				498562

Капітальні вкладення - це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів та нематеріальних активів які підлягають амортизації. Капітальні вкладення, необхідні для впровадження запропонованої системи, є одним з найважливіших показників що застосовуються для економічної оцінки

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

ефективності заходів. Проектні капіталовкладення в обладнання та будівельно-монтажні роботи визначаються на основі договірних цін і розцінок за станом на промислової групи компаній «Рентехно» . Підприємство надає повний спектр послуг з продажу, доставки, монтажу і налагодження сонячних і вітрових електростанцій.

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт визначимо за формулою:

$$K_{mn} = \sum (C_i \cdot a \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{cm} \cdot K_{np} = (4 \cdot 26,1 \cdot 24 + 2 \cdot 31,9 \cdot 15) \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,1 = 5103 \text{ грн,}$$

де, C_i - чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт, чол;

a_i - годинна тарифна ставка і-го розряду, грн;

t_i - час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних) робіт, годин;

$K_d=1,1 \dots 1,5$ - коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{cm}=1,22$ - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи;

$K_{np}=1,1 \dots 1,5$ - коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Транспортні витрати визначаються відповідно до тарифів перевізника ТОВ «Делівері», маси вантажу і відстані до складів постачальника. Доставка вантажів буде здійснюватися зі складу компанії «Рентехно». Згідно розрахунків перевізника доставка 6 вантажних місць загальною масою 1,5 тонни складе 7183 грн.

Капітальні витрати становлять:

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{mn}, \quad (4.2)$$

де, $K_{об}$ – вартість устаткування по зведенню витрат (без ПДВ), грн.;

$K_{тр}$ – транспортно-заготівельні й складські витрати, грн.;

K_{mn} – витрати на монтаж і налагодження встаткування, грн.;

$$K = 486276 + 7183 + 5103 = 498562 \text{ грн} \quad (4.3)$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію й обслуговування об'єкта проектування за певний період, виражений у грошовій формі. До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному встаткуванню й енергомережам ставляться:

- а) амортизаційні відрахування (C_a);
- б) вартість спожитої електроенергії (C_e);
- в) основна й додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу й відрахування на соціальні заходи ($C_з$);
- г) витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування (C_T);
- д) інші витрати ($C_{ін}$).

У такий спосіб річні експлуатаційні витрати по об'єкті проектування становлять:

$$C = C_a + C_e + C_з + C_T + C_{ін}, \quad (4.4)$$

де, $C_з$ - заробітна плата з нарахуваннями персоналу, зайнятого обслуговуванням пристроїв, грн/рік;

C_T - витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт, грн/рік;

C_a - сума амортизаційних відрахувань, грн/рік;

C_e - вартість спожитої електроенергії, грн/рік;

$C_{ін}$ - інші витрати, грн/рік.

Пропонована до установки система сонячних батарей і вітрогенератора є повністю автономною і не вимагає постійної присутності оператора або обслуговуючого персоналу. Всі планові роботи з обслуговування будуть проводитися господарем будинку. Таким чином статті витрат $C_з$, $C_{сі}$ $C_{ін}$ дорівнюють нулю.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи із часу і його використання. Виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

якісних характеристик основної системи, фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Термін якісного використання впроваджуваного обладнання становить 15 років.

Норма амортизації при прямолінійному методі, постійна протягом всього амортизаційного періоду і рівна:

$$H_a = \frac{\Phi_n}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100\% , \quad (4.5)$$

де, T_n – час якісного використання (амортизаційний період);

Φ_n – початкова ціна системи.

$$H_a = \frac{498562}{498562 \cdot 15} \cdot 100\% = 6,6\% \quad (4.6)$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АВ при прямолінійному методі:

$$AB = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100} . \quad (4.7)$$

Річні амортизаційні відрахування для проектного варіанта:

$$AO_{np} = \frac{498562 \cdot 6,6}{100} = 32905 \quad (4.8)$$

Таблиця 4.2

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Назва показників	Капітальні витрати, грн.	Норма амортизації	Сума амортизації, грн.
Проектний варіант	498562	6,6 %	32905

Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт. Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним працівникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства і складають 1% від величини капітальних витрат.

$$C_T = 0,01 \cdot K_{np} \quad (4.9)$$

Відповідно до практики, інші витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу. У зв'язку з тим, що фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу $C_3=0$ ця складова експлуатаційних витрат також дорівнює нулю. Об'єкт проектування - гібридна сонячно-вітрова установка є повністю автономною і не споживає електроенергії з мережі. Зв'язку з цим амортизаційні відрахування дорівнюють нулю.

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт для проектного варіанта:

$$C_T = 0,01 \cdot 498562 = 4985 \text{ грн.} \quad (4.10)$$

Річні експлуатаційні витрати по об'єкті проектування розраховуються за формулою 4.4 становлять:

$$C = 32905 + 0 + 0 + 4985 = 37890 \text{ грн.}$$

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Основні причини виникнення пожеж на виробництві

Для успішного проведення протипожежної профілактики на підприємствах важливо знати основні причини пожеж. Основними причинами пожеж на виробництві є: необережне поводження з вогнем; незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації; порушення режимів технологічних процесів; несправність опалювальних приладів та порушення правил їх експлуатації; невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки. Дуже часто пожежі на виробництві спричинені необережним поводженням з вогнем. Під цим, як правило, розуміють паління в недозволених місцях та виконання так званих вогневих робіт. Вогневими роботами вважають виробничі операції, пов'язані з використанням відкритого вогню, іскроутворенням та нагрівом деталей, устаткування, конструкцій до температур, що здатні викликати займання горючих речовин і матеріалів, парів легкозаймистих рідин. До вогневих робіт належать: газо- та електрозварювання, бензино- та газорізання, паяльні роботи, варки бітуму та смоли, механічна обробка металу з утворенням іскор.

Відповідальність за заходи пожежної безпеки при проведенні зварювальних та інших вогневих робіт покладається на керівників дільниць, цехів, підприємств. Місця для проведення вогневих робіт можуть бути постійними і тимчасовими. Постійні місця визначаються наказом керівника підприємства, а тимчасові письмовим дозволом керівника підрозділу. Виконавці робіт (електрозварювальники, газозварювальники, газорізальники, паяльники, бензорізальники) повинні бути проінструктовані про заходи пожежної

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Леуш Б.М.						87	106
Перевірив	Козак К.М.					ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		
Консульт.	Гурик О.Я.							
Н. Контр.	Коваль В.П.							
Затвердив	Тарасенко М.Г.							

безпеки відповідальними особами. Місця проведення вогневих робіт повинні бути вільними від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 м. Для газового зварювання застосовують такі речовини, як ацетилен, метан, пари бензину та гасу, що збільшує небезпеку пожежі та вибуху. Карбід кальцію слід зберігати на стелажах у закритих барабанах у сухому добре провітрюваному наземному приміщенні. Нижня полиця стелажа повинна розташовуватися на висоті 20 см від підлоги, щоб запобігти затопленню карбіду кальцію водою [32].

Організаційні та технічні протипожежні заходи. Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків. Пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення вживаються необхідні заходи щодо усунення негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, споруди і матеріальні цінності. Протипожежний режим – це комплекс встановлених норм і правил поведінки людей, виконання робіт і експлуатації об'єкта, спрямованих на забезпечення пожежної безпеки. Пожежна безпека на об'єктах народного господарства забезпечується організаційними, технічними заходами і протипожежним захистом. До організаційних заходів належать: розробка правил, інструкцій, інструктажів протипожежної безпеки; організація інструктування і навчання робітників і службовців; здійснення контролю за дотриманням встановленого протипожежного режиму всіма працюючими; організація добровільних пожежних дружин та пожежотехнічних комісій; організація щоденної перевірки протипожежного стану приміщень після закінчення роботи; розробка і затвердження плану евакуації і порядку оповіщення людей на випадок виникнення пожежі; організація дотримання належного протипожежного нагляду за об'єктами; організація перевірки належного стану пожежної техніки та інвентарю. До технічних заходів належать: дотримання пожежних норм, вимог та правил при влаштуванні будівель, споруд, складів; підтримання у справному стані систем опалення вентиляції, обладнання; влаштування

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматичної пожежної сигналізації систем автоматичного гасіння пожеж та пожежного водопостачання; заборона використання обладнання, пристроїв приміщень та інструментів, що не відповідають вимогам протипожежної безпеки; правильна організація праці на робочих місцях з використанням пожежонебезпечних інструментів, приладів, технологічних установок [33].

Причини виникнення пожеж при експлуатації сонячно-вітрових установок: підвищення рівня вібрації окремих вузлів понад допустиме значення; перевищення температури контрольованих вузлів понад допустиме значення; витікання мастила; підвищення частоти обертання ротора вітротурбіни понад допустиму величину; при швидкості вітру, яка перевищує значення швидкості вимикання, встановлене заводом-виробником; виникнення коротких замикань у системі генерування; перевантаження генератора понад допустимі значення.

5.2. Допомога при ураженні електричним струмом

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. Дотик до струмопровідних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м'язів, тобто людина самотійно не в змозі відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої доторкається людина. Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму. При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В відключають струм, використовуючи сухий одяг, палицю, дошку, шапку, сухі рукавиці, рукав одягу, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою з дерев'яним сухим топорищем. Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирым і стає провідником електричного струму. Той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку. Після звільнення потерпілого від дії струму потрібно відразу ж надати йому необхідну медичну допомогу. Виділяють три стани людського організму внаслідок дії електроструму: I стан - потерпілий при свідомості. Слід забезпечити повний спокій, 2-3 годинне спостереження, виклик лікаря; II стан - потерпілий непритомний, але дихає. Людину покласти горизонтально, розстебнути комір і пасок, дати нюхати нашатирний спирт, викликати лікаря; III стан - потерпілий не дихає або дихає з перервами, уривчасто. Роблять штучне дихання і непрямий масаж серця [34].

Послідовність дій при наданні домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом та блискавкою не медичними працівниками:

- 1) переконатися у відсутності небезпеки;
- 2) якщо постраждалий перебуває під дією електричного струму, при можливості припинити його дію: вимкнути джерело струму, відкинути електричний провід за допомогою сухої дерев'яної палиці чи іншого електронепровідного засобу;
- 3) провести огляд постраждалого, визначити наявність свідомості, дихання;
- 4) Зателефонувати у бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги - 103;
- 5) якщо у постраждалого відсутнє дихання, розпочати проведення серцево-легеневої реанімації;
- 6) якщо постраждалий без свідомості, але дихання збережене, надати постраждалому стабільного положення;
- 7) накласти на місця опіку чисті, стерильні пов'язки;
- 8) забезпечити постійний нагляд за постраждалим до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги;
- 9) при погіршенні стану постраждалого до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги повторно зателефонувати диспетчеру екстреної медичної допомоги.

Наслідки своєчасної і правильно наданої допомоги на місці події можуть бути зведені нанівець, якщо при підготовці до транспортування і доставці потерпілого до медичної установи не будуть дотримані відповідні правила.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Головне не тільки в тому, як доставити потерпілого і яким видом транспорту, а наскільки швидко були вжиті заходи, які забезпечили максимальний спокій і зручне положення потерпілого. Найкраще транспортувати потерпілого ношами. При цьому можна використовувати підручні засоби: дошки, одяг тощо. Можна переносити потерпілого на руках. Передусім потерпілого слід покласти на ноші, які застеляють ковдрою, одягом тощо, ставлять ноші з того боку потерпілого, де є ушкодження. Якщо тих, хто надає допомогу, двоє, вони повинні стати з двох боків нош. Один підкладає руки під голову і груднину, другий – під крижі і коліна потерпілого. Одночасно без поштовхів його обережно піднімають, підтримуючи ушкоджену частину тіла, і опускають на ноші. Слід накрити потерпілого тим, що є під руками, – одягом, ковдрою. Якщо є підозра на перелом хребта, потерпілого кладуть обличчям догори на тверді ноші (щит, двері). За відсутністю такого можна використати ковдру, пальто. В такому випадку потерпілого кладуть на живіт. Якщо є підозра на перелом кісток тазу, потерпілого кладуть на спину із зігнутими ногами у колінах і у тазостегнових суглобах для того, щоб його стегна були розведені, під коліна обов'язково треба підкласти валик із вати, рушника, сорочки. По рівній поверхні потерпілого несуть ногами вперед, при підйомі на гору або на сходах – головою вперед. Ноші весь час повинні бути у горизонтальному положенні. Щоб ноші не розгойдувались, необхідно йти не в ногу, злегка зігнувши коліна. При перевезенні потерпілого слід покласти його до машини на тих самих ношах, підстеливши під них що-небудь м'яке (ковдру, солому) [35].

Працівники які обслуговують сонячно-вітрові енергоустановки повинні, знати і вміти надавати першу допомогу при ураженні електричним струмом.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.3. Підвищення стійкості роботи об'єктів енергетики у воєнний час

Стійкість роботи об'єктів промисловості є одним з важливих чинників оцінки ефективності економіки. При виникненні надзвичайних ситуацій, дія різних вражаючих чинників на об'єкти промисловості, може привести до їх значного руйнування, поразки і втрат робочих і службовців, населення. Це, у свою чергу, може стати причиною скорочення об'ємів випуску промислової і сільськогосподарської продукції, зниження життєвого рівня населення. У воєнний час, особливо при застосуванні зброї масового ураження (ЗМУ), масштаби руйнування промислових об'єктів, загибелі і враження людей можуть бути значними. Тому і вимоги до стійкості роботи об'єктів промисловості у воєнний час повинні бути також значно вищими, оскільки економіка в озброєній боротьбі держав відіграє вирішальну роль. Вона визначає характер та способи ведення війни і здійснює визначальний вплив на військову могутність держави, на хід й результат війни. Досвід другої світової війни показав, що воюючі сторони прагнули завдати можливо більшого збитку економіці супротивника всіма способами і засобами озброєної боротьби.

Під стійкістю роботи промислового об'єкту розуміють його здатність в умовах надзвичайних ситуацій випускати продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі, а при отриманні слабких і середніх руйнувань, при пожежах, повенях, зараженні місцевості, а також, при порушенні зв'язків по кооперації і постачанням відновлювати виробництво в мінімальні терміни. Стійкість роботи об'єктів тих, що не проводять матеріальні цінності, визначається їх здатність виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій. На стійкість роботи об'єктів промисловості в умовах надзвичайних ситуацій, впливають наступні чинники: захищеність робочих і службовців від наслідків аварій, катастроф, стихійних бід і різних засобів поразки; здатність будівель, споруд,

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Леуш Б.М.						92	106
Перевірив	Козак К.М.					ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		
Консульт.	Стручок В.С.							
Н. Контр.	Коваль В.П.							
Затвердив	Тарасенко М.Г.							

технологічною устаткування, комунально-енергетичних і технологічних систем протистояти руйнуючій дії стихійних бід і сучасної зброї; надійність постачання об'єкту електроенергією, водою, паливом і сировиною; стійкість і оперативність управління виробництвом і цивільним захистом (ЦЗ); готовність об'єкту до проведення рятувальних і невідкладних робіт і робіт по відновленню порушеного виробництва. Дані чинники визначають основні шляхи підвищення стійкості роботи промислових об'єктів в умовах надзвичайних ситуацій, це: забезпечення надійного захисту робочих і службовців від вражаючих чинників в надзвичайних ситуаціях; захист основних виробничих фондів від руйнівної дії аварій, катастроф, стихійних бід і засобів поразки; забезпечення стійкого постачання всім необхідним для випуску запланованої продукції; підготовка до відновлення порушеного виробництва; підвищення надійності і оперативності управління виробництвом і цивільною обороною.

Електропостачання є основою будь-якого виробництва. Порушення нормальної подачі електроенергії на об'єкт може привести до повного припинення роботи. Для забезпечення надійного електропостачання в умовах надзвичайних ситуацій при його проектуванні і будівництві також повинні враховуватися вимоги ЦЗ. Електропостачання повинне здійснюватися від енергосистем, до складу яких входять електростанції, що працюють на різних видах палива. Великі електростанції необхідно розміщувати на значних відстанях один від одного і від великих міст. Районні знижувальні станції, диспетчерські пункти та лінії електропередач необхідно розміщувати розосереджено, крім того, вони повинні бути надійно захищені. Постачання об'єктів промисловості слід передбачати від двох незалежних джерел. При електропостачанні від одного джерела повинно бути не менше двох введень з різних напрямів. Трансформаторні підстанції повинні бути надійно захищені і їх стійкість повинна бути не нижче стійкості самого об'єкту. Електроенергію до ділянок виробництва слід подавати незалежними електролініями,

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

прокладеними в землі. Для стійкого постачання об'єктів енергією необхідно створювати автономні резервні джерела електропостачання /пересувні дизельні електростанції (ДЕС) на залізничних або автомобільних платформах/. Система електропостачання повинна бути надійно захищена від електромагнітного імпульсу ядерною вибуху.

5.4. Запобігання виникненню та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного походження на об'єктах енергетики.

В основу інженерно-технічних заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям і зменшення можливих втрат і збитків від них повинні бути покладені конкретні превентивні заходи, які здійснюються за видами природних і техногенних небезпек та загроз. Запобігання більшості небезпечних природних явищ пов'язане із значними фінансовими і матеріально-технічними затратами. У техногенній сфері робота з попередження аварій повинна вестися на конкретних об'єктах і виробництвах. До них належать удосконалення технологічних процесів, підвищення надійності технологічного обладнання та експлуатаційної надійності систем, своєчасне оновлення виробничих фондів, застосування якісної конструкторської документації, високоякісної сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, використання кваліфікованого персоналу, створення і використання ефективних систем контролю та технічної діагностики, безаварійної зупинки виробництва, локалізація і ліквідація аварійних ситуацій. Місцеві органи виконавчої влади в першу чергу повинні забезпечити створення і підтримання в постійній готовності систем централізованого оповіщення населення. Одним із напрямків зниження масштабів надзвичайних ситуацій є будівництво і використання захисних споруд різного призначення: гідротехнічні захисні споруди (греблі, шлюзи, дамби, тощо), проведення берегоукріплюючих робіт від зсувів та обвалів. До превентивних заходів відноситься інженерний захист населення і територій від негативного впливу повеневих вод. Важливим напрямком превентивних заходів, які сприяють зменшенню масштабів надзвичайних ситуацій є

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

створення і використання систем оповіщення населення, персоналу об'єктів і органів управління, що дозволяє вжити своєчасних заходів щодо захисту населення та зменшення матеріальних збитків. Конкретні заходи щодо запобігання надзвичайним ситуаціям місцевими органами виконавчої влади повинні здійснюватися під час підготовки об'єктів економіки і систем життєзабезпечення населення до роботи в екстремальних умовах. З метою сталого функціонування економіки і виживання населення в умовах надзвичайних ситуацій повинні здійснюватися наступні заходи: обмеження (недопущення) нового будівництва об'єктів і розширення існуючих в районах підвищеної небезпеки природних стихійних явищ, у водоохоронних зонах забороняється розміщення полігонів для твердих побутових промислових відходів, складів нафтопродуктів і мінеральних добрив, а також житлових будинків і баз відпочинку; поступове виведення з міст, підприємств, баз, складів, які переробляють або використовують значну кількість небезпечних речовин; розвиток у позаміській зоні об'єктів матеріальних резервів з урахуванням потреб для забезпечення населення у надзвичайних ситуаціях.

Вирішальне значення у питанні прогнозування можливих надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру має проведення галузевого та територіального моніторингу небезпек. Галузевий моніторинг за станом безпеки здійснюється у відповідній сфері відповідальності того чи іншого центрального органу виконавчої влади. Заходи галузевого моніторингу об'єднані державною системою моніторингу довкілля. Державна система моніторингу довкілля – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. Система моніторингу є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системами інших країн. Система моніторингу – це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям. Галузевий моніторинг небезпек здійснюється Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Міністерство охорони здоров'я (МОЗ), Міністерство аграрної політики та продовольства (МінАПК), Держкомлісгоспом, Мінприроди Держводресурсів, Держкомземом, Мінрегіоном, їх органами на місцях, а також підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління, які є суб'єктами системи моніторингу за загальнодержавною і регіональними (місцевими) програмами реалізації відповідних природоохоронних заходів. Координацію діяльності суб'єктів системи моніторингу, розгляду поточних питань, пов'язаних з проведенням моніторингу довкілля, здійснює міжвідомча комісія з питань моніторингу довкілля із секціями за відповідними напрямками, склад та положення про яку затверджуються Кабінетом Міністрів України.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ

Джерела енергії є основними забруднювачами довкілля та споживачами невідновлюваних природних ресурсів. Альтернативні джерела енергії допомагають вирішити проблему сталого розвитку людства за рахунок використання відновлюваних ресурсів і зниження рівня забруднення атмосферного повітря, води та ґрунту, однак також можуть чинити вплив на довкілля. Основними перевагами сонячної енергетики є загальнодоступність і невичерпність джерела енергії та теоретично повна безпека для навколишнього середовища. Проте, існують і негативи, зокрема, для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції, тобто фотоелектричні елементи на великих сонячних електростанціях встановлюються на висоті 1,8-2,5 метра, що дозволяє використовувати землі під електростанцією лише для сільськогосподарських потреб, наприклад, для випасу худоби. Варто вказати, що потік сонячної енергії на поверхні Землі сильно залежить від широти і клімату, тобто у різних місцевостях середня кількість сонячних днів у році може дуже сильно відрізнятись, що віддзеркалюється відповідно в залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов. Також на сьогодні достатньо високою є вартість сонячних фотоелементів. Слід зазначити, що не дивлячись на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, тобто, свинець, кадмій, галій, миш'як, а також їх виробництво споживає масу інших небезпечних речовин. При виробництві сонячних батарей існує велика кількість недоліків. Наприклад, переважна більшість сонячних батарей сьогодні беруть початок з отримання кварцу, який переробляється в кремній. Це відбувається в гігантських печах, і тримати їх гарячими вимагає великої

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Леуш Б.М.				ЕКОЛОГІЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Козак К.М.						97	106
Консульт.	Зварич Н.М.					ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		
Н. Контр.	Коваль В.П.							
Затвердив	Тарасенко М.Г.							

кількості енергії та відбуваються викиди, в основному діоксиду вуглецю і діоксиду сірки. Наступним кроком є переробка металургійного кремнію в чистіший -полікремній. В ході процесу виділяється дуже токсична сполука - тетрахлорид кремнію. При взаємодії її з водою, в навколишньому середовищі виділяється соляна кислота і шкідливі випари. Виробники сонячних елементів формують шматки полікристалічного кремнію для формування квадратоподібних злитків, а потім ріжуть злитки на пластини. Потім вони легують кремнієві пластини, створюючи необхідну архітектуру сонячної батареї. Всі ці кроки вимагають участі небезпечних хімічних речовин. Наприклад, використовують HF (фтористоводнева або плавикова кислота) для очищення пластин, видалення дефектів, полірування і текстурізації. Процеси на основі HF - це загроза для навколишнього середовища. Хоча понад 90 % сонячних панелей виробляються з полікремнію, існує інший підхід: тонкоплівкова технологія сонячних елементів. Вони можуть бути настільки ж ефективним, як на основі кремнію, але дешевші у виробництві, так як вони споживають менше енергії і матеріалів. Перехід до тонкоплівкових сонячних елементів усуває багато ризиків пов'язані з традиційним виробництвом, тому що немає необхідності в проблемних хімічних речовинах: немає плавикової кислоти і немає соляної кислоти. Але це зовсім не означає, що тонкоплівкові сонячні батареї є екологічними. Основу батарей складають фотоелементи – напівпровідники, які перетворюють сонячне випромінювання в електрику. Для більшості панелей основним матеріалом у виробництві є дешевий і поширений кремній. Такі фотоелектричні елементи складають близько 80% ринку продажів. В інших модулях застосовуються плівки на основі органіки, рідкоземельних хімічних елементів і їх різних з'єднань. Перша проблема полягає в тому, що для створення одного стандартного фотоелектричного осередку необхідно синтезувати і переробити близько 4 кг токсичного алюмофторіда натрію. Пари цього з'єднання можуть викликати серйозні захворювання нервової системи, шкіри та слизових оболонок. Недопущення потрапляння токсичних випарів і канцерогенів в атмосферу досягається шляхом

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						98
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

установки на заводах спеціальних нейтралізують фільтрів. Це вимагає додаткових фінансових витрат, але іншого шляху зробити процес виробництва сонячних батарей екологічно безпечним не існує. Друга проблема пов'язана з виробництвом панелей на основі рідкоземельних металів. Для виготовлення цього типу фотоелементів використовують небезпечні для здоров'я кадмій, галій, германій і миш'як. Рівень шкідливості для екології залежить від різновиду використовуваних токсичних елементів, а також технологічних процесів виробництва та утилізації сонячних панелей. Тому на заводах фотогальваніки важливо не допустити потрапляння канцерогенних хімічних елементів в навколишню атмосферу і ґрунт, що може привести до серйозних порушень, пов'язаних зі здоров'ям живих організмів.

Вплив хімікатів на організм може призвести:

- до ослаблення імунітету;
- порушення фертильності (здатності народжувати здорове потомство);
- збільшення загальної смертності;
- уповільнення зростання і розвитку дітей і т.д.

Сонячні електростанції на даний час є об'єктами, які не достатньо вивчені, тому заяви про їх повну екологічну чистоту не є повністю достовірними. Єдине, що можна казати більш-менш впевнено, це те, що до майже чистої, нешкідливої відносять кінцеву стадію, коли СЕС вже в експлуатації. Якщо визначати вплив сонячних електростанцій на будь-які живі форми, то можна зазначити, те що, наприклад, сонячні концентратори можуть на територіях, якщо вони займають багато площі, давати великі затінення. А це в свою чергу, може призвести до значних змін ґрунтових умов, впливу на рослинність та інше. Крім тіней, загрозу живому дає і нагрівання повітря, яке буде мати місце коли сонячне випромінювання проходить через панелі, на яких є дзеркальні відбивачі. Такий тепловий режим змінює баланс, вологість, напрямок вітру. У випадку, коли у СЕС використовуються низько киплячі рідини існує ризик їх витоку. Частіше це може бути при тривалій експлуатації, тому ризик забруднення води теж не

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						99
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

виключений. Особливу небезпеку становлять рідини, у склад яких входять високотоксичні хімічні сполучення. Несприятливий вплив СЕС на середовище може бути у випадках, коли земельні площі можуть відчувати деградацію, при витоці робочих рідин, коли можливий перегрів системи та змінюється тепловий режим, при затемненні великих територій. Крім цього великі космічні СЕС також впливають на світовий клімат, створюють перешкоди для різного виду зв'язку. Але ж не дивлячись на деякі недоліки, саме сонячна енергія і сонячні панелі несуть в собі мінімальну шкоду для середовища. Електрика, яка отримана при застосуванні сонячних батарей, не шкодить повітряним масам. Її вплив не зачіпає ні поверхневі, ні підземні води, не веде до втрат природних ресурсів і не несе негативного впливу на тваринний світ, тим паче на здорове існування людей. Виробництво сонячної енергії не потребує різних видів палива, для нього не потрібне транспортування. Отже стає зрозумілим, що шкода від сонячної електростанції на рівні мінімуму. Проведені аналітичні дослідження показують, що на протязі всього використання сонячної панелі, викиди в атмосферу зовсім малі. Як висновок можна зазначити, що функціонування СЕС не буде нести ризик та шкоду середовищу та людям.

Існує думка, що вироблення електроенергії за рахунок відновлюваних джерел являє собою абсолютно екологічно "чистий" варіант. Це не зовсім вірно, так як ці джерела енергії володіють принципово іншим спектром впливу на навколишнє середовище в порівнянні з традиційними енергоустановками на органічному, мінеральному і гідравлічному паливі, причому в деяких випадках вплив останніх становить навіть меншу небезпеку. До того ж певні види екологічного впливу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії на навколишнє середовище не ясні до теперішнього часу, особливо в часовому аспекті, а тому вивчені і розроблені ще в меншій мірі, ніж технічні питання використання цих джерел. У загальному випадку вітроенергетика дозволяє зменшити ступінь вторгнення в середовище проживання: при будівництві шахт (вугілля, уран), бурінні (природний газ, нафта), прокладанні трубопроводних систем (газ, нафта, продукти переробки нафти). Таким чином, вітроенергетичні

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

установки при виробництві електроенергії не забруднюють ні повітря, ні воду, ні землю, не виробляють небезпечних відходів і не виснажують природні ресурси.

На сьогоднішній день, найбільш перспективною з екологічної та економічної точки зору серед відновлюваних видів енергії є вітрова енергетика. Робота вітрогенератора потужністю 1 МВт за 20 років дозволяє заощадити приблизно 29 тис. тонн вугілля або 92 тис. барелів нафти. Щорічно застосування такого генератора запобігає потраплянню в атмосферу 1800 т CO₂, 9 т SO₂, 4 т оксидів азоту. За експертними оцінками до 2050 року світова вітроенергетика дозволить скоротити річне забруднення атмосферного повітря вуглекислим газом на 1,5 мільярда тонн. Орієнтуючись на ці прогнози, останнє десятиліття світовий ринок вітроенергетики розвивався швидше, ніж будь-який інший вид відновлюваної енергетики. Слід мати на увазі, що вітроенергетика має локальний вплив на навколишнє середовище. Це означає, що ніякі аварійні ситуації на вітростанції не можуть привести до загибелі значної кількості людей і не можуть мати катастрофічних наслідків для середовища проживання людини на відміну від атомних електростанцій і гідроелектростанцій з високими греблями. Стосовно до екологічних проблем часто вживають поняття "навколишнє середовище", яке є кілька узагальненим. Більш відповідним є поняття "середовище проживання людини". У загальному випадку середовищем проживання людини можуть бути названі умови життєдіяльності людини, жива і нежива природа, повітря, вода, земля, а також умови функціонування суспільства. Отже, необхідно визначити вплив або відношення вітроустановок на всі зазначені вище аспекти. При цьому, слід виходити з того, що потреба людини в електричній енергії стала необхідною умовою існування і розвитку людського суспільства. Тому при оцінці впливу ВЕС на середовище існування цей вплив необхідно порівнювати з впливом електричних станцій інших типів [36].

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						101
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішено питання збільшення енергетичної ефективності гібридних автономно-мережевих систем електропостачання з використанням ВДЕ. У результаті проведених досліджень було отримано наступні результати і висновки:

1. Обрано необхідне та найбільш ефективне обладнання, що буде використовуватися в системі для електропостачання малого підприємства.

2. Сформовано метеорологічні дані, в які входить інформація про значення швидкості вітру і його напрямок, тривалість сонячного випромінювання протягом доби та температуру навколишнього середовища для м. Яворів, яка може служити вихідною інформацією для подальших розрахунків.

3. Проаналізовано щомісячний сонячний та вітровий потенціал, який показав низький рівень ефективності, тому перевагу має комбіноване вироблення електроенергії від ВДЕ сонця і вітру. Через те запропоновано гібридну вітросонячну установку, яка має збільшені енергетичні параметри при низьких показниках сонця і вітру. Зокрема, енергетичний коефіцієнт потужності ВЕУ збільшується завдяки застосуванню концентраторів вітрового потоку.

4. Виконано розрахунки, які свідчать, що кількість електроенергії отриманої від сонячних модулів (загальна встановлена потужність сонячних панелей – 8,4 кВт) та вітрогенератора (номінальна потужність — 3кВт) цілком достатня для електропостачання малого підприємства, а надлишок можна продавати за зеленим тарифом так як в нас автономно-мережева система.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Леуш Б.М.			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Козак К. М.					102	106
Консульт.		Козак К.М.				ТНТУ, ФПТ, каф.електр.інжен. ЕММ-61		
Н.Контроль		Коваль В. П.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Циганок О. В. АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК ЗАСІБ РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ / О. В. Циганок, А. В. Череп. // Випуск 22. – 2018. – С. 688–691.

2. Українська альтернативна енергетика: повільно, але стабільно [Електронний ресурс] // Baker Tilly Ukraine. – 5. – Режим доступу до ресурсу: <https://bakertilly.ua/news/id44270>.

3. СОНЯЧНІ КОЛЕКТОРИ [Електронний ресурс] // Центр альтернативних та відновлювальних джерел енергії. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://aesd.org.ua/?page_id=177.

4. Хрипко С. Л. Сонячні батареї створенні на основі низько-розмірних нанокompatитних структур / С. Л. Хрипко, В. В. Кідалов. // ЖУРНАЛ НАНО-ТА ЕЛЕКТРОННОЇ ФІЗИКИ. – 2016. – С. Том 8 № 4(2), 04071(10сс).

5. Фотоелектричні панелі та їх типи [Електронний ресурс] // ТЕПЛОЦІЛЬ. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://xn--e1amaldqba1cbe.xn-j1amh/fotoelektricheskiye-paneli-i-ikh-tipy>.

6. Які сонячні панелі кращі - монокристалічні чи полікристалічні? [Електронний ресурс] // ГЕКСАГОН-ЕНЕРГІЯ Альтернатива енергії природи. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/me7rDpl>.

7. Типи сонячних батарей [Електронний ресурс] // ПКП "ТЕХНОНОВАТОР" – Режим доступу до ресурсу: <http://tehnovator.com.ua/ua/energy-ua/sun-battery-ua/types-sun-battery-ua.html>.

8. Чукрина В. Полікристалічні сонячні батареї [Електронний ресурс] / В. Чукрина // Компанія "Концепція Енергозбереження". – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://alternative-energy.com.ua/vocabulary/полікристалічні-сонячні-батареї/>.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата			
Розробив	Леуш Б.М.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Козак К.М.					103	106
Консульт.	Козак К.М.				ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ТНТУ,ФПТ, каф.електр.інжен. ЕМм-61		
Н. Контроль	Коваль В.П.						
Затвердив	Тарасенко М.Г.						

9. Герасимюк О. Типи сонячних батарей та їх ККД [Електронний ресурс] / О. Герасимюк // Компанія "Концепція Енергозбереження". – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/te7r02e>.

10. Типи вітрогенераторів [Електронний ресурс] // atmosfera.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atmosfera.ua/uk/vitryani-elektrostantsii/tipi-vitrogeneratoriv/>.

11. Камінський Ю. Вітрогенератори для дому: види, приблизні ціни, виготовлення своїми руками [Електронний ресурс] / Ю. Камінський // isu.org.ua. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/4e7twAi>.

12. Куц Т. Горизонтальний або вертикальний вітрогенератор? За і проти [Електронний ресурс] / Т. Куц // Компанія "Концепція Енергозбереження". – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/Ge7tnGf>.

13. Миронюк Д. Вітер та сонце – разом ефективніше [Електронний ресурс] / Д. Миронюк // solarlove.org. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://ecotown.com.ua/news/Viter-ta-sontse-razom-efektyvnishe/>.

14. Синєглазов В. М. Перспективи розвитку гібридних енергетичних систем [Електронний ресурс] / В. М. Синєглазов // enerhodzherela.com.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/ne7tUzD>.

15. Гібрид вітрогенератора і сонячних панелей [Електронний ресурс] // ВІР. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://vir.uan.ua/hybrid-wind-turbine-and-solar-panels/>.

16. Герасимюк О. SolarMill – гібридна установка, яка генерує енергію з вітру та сонячної енергії [Електронний ресурс] / О. Г // Компанія "Концепція Енергозбереження". – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/Ve7tХуТ>

17. Самая большая в мире гибридная солнечно-ветряная установка [Електронний ресурс] // Karma Digital – Режим доступу до ресурсу: <https://karma.digital/samaya-bolshaya-v-mire-gibridnaya-solnechno-vetryanaya-ustanovka>.

18. Хмельницкий Ю. Ветроэнергетика как путь долгосрочной энергетической стратегии // Российское предпринимательство. –2011. – 3 ст.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		104

19. Global Wind & Solar Installations // Forecast International Energy Portal [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://www.fi-powerweb.com/Renewable-Energy.html>

20. Три країни збудують у Північному морі штучний острів для обслуговування надпотужної вітроелектростанції // Наталія Федосенко // Ecotown. – 2017. – 10 березня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Трьокрайини-збудує-у-Північному-морі-штучну-острів-для-обслуговування-надпотужної-вітроелек/>

21. Боровик Ю. Т. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ / Ю. Т. Боровик, Ю. В. Єлагін. // Вісник економіки транспорту і промисловості № 65. – 2019. – С. 68–75.

22. Преобразовательная техника: ветроэнергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.spwr.by/stati/vetroenergetika.html>

23. Касич А. О. Чинники розвитку альтернативної енергетики у сучасних умовах / А. О. Касич, Я. О. Литвиненко. // Випуск 12. – 2017. – С. 93–99.

24. Денисюк В. Ю. АВТОНОМНІ ГІБРИДНІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ / В. Ю. Денисюк, В. С. Оленіч. // ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ. – С. 29–33.

25. Щур І. З. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОЇ ВІТРО-СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОКРЕМОГО ОБ'ЄКТА / І. З. Щур, В. І. Климко. // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2014. – С. 92–100.

26. Український гідрометеорологічний центр [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: . <https://cutt.ly/xe7yOtD>.

27. Patel K. A review about the straight-bladed vertical axis wind turbine (SB-vawt) and its performance [Текст] / K. Patel, Y. Sarthi, A. Tirkey, P. K. Sen // International Journal for Innovative Research in Science and Technology. – 2014. – Vol. 1, No. 6. – P. 46-51.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		105

28 . Климко В. І. Інтелектуальна система керування електропостачанням окремого об'єкта від мережі та поновлюваних джерел енергії [Текст] / В. І. Климко, І. З. Щур // Проблеми розвитку систем енергетики і автоматики в АПК. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених (25-26 жовтня, 2012 р., м. Київ). – 2012. – С. 25-26.

29. ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ВПЛИВУ НА РОБОТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ. – 2017. – С. 1–28.

30. СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО БУДИНКУ ТИПУ 0-ЕНЕРГІЇ (ПЛОЩЕЮ 300 м²) НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ І АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ. // ISSN 1815-2066. Nauka innov. – 2015. – С. 29–39.

31. Катаєва Є. Ю. СИСТЕМА РОЗРАХУНКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ МЕТОДУ ПРОЕКТУВАННЯ ГІБРИДНИХ УСТАНОВОК / Є. Ю. Катаєва, В. Ю. Теличко. // ВІСНИК КНУТД. – 2013. – С. 48–49.

32. Основні причини пожеж [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://buklib.net/books/31855/>.

33. Характерні причини виникнення пожеж [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studopedia.com.ua/1_33436_harakterni-prichini-viniknennya-pozhezh.html.

34. Правила надання першої допомоги при ураженні електричним струмом [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://lviv.dsp.gov.ua/?p=10723>.

35. Долікарська допомога при ураженні електричним струмом [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://web.posibnyku.vntu.edu.ua/fmbt/berezyuk_bezpeka_zhittyediyalnosti/76.htm.

36. Екологічні проблеми енергетики [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/83047/tehnika/ekologichni_vitroenergetiki.

					КМР 18-313.00.00.000 ПЗ	Арк.
						106
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		