

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматичної, електроніки та телекомунікацій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розроблення системи електропостачання сільськогосподарського підприємства за допомогою відновлюваних джерел енергії»

Виконав: студент 2 курсу, групи 201п-МЕ
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

(цифра і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Касяновський В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кожушко Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Кислиця С.Г.


(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024 рік

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки
Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматичної,
електроніки та телекомунікацій


О.В. Шефер
«01» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ

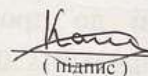
Касяновському В'ячеславу Олександровичу

1. Тема роботи «Розроблення системи електропостачання сільськогосподарського підприємства за допомогою відновлюваних джерел енергії»
керівник роботи Кожушко Григорій Мефодійович, д.т.н., професор
затверджена наказом вищого навчального закладу від 08 . 12 . 2024 року № 481/
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2024 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Документація на електрообладнання сільськогосподарського підприємства. Документація на побутові прилади, що використовуються. Номінальна напруга 380/220В, частота 50 Гц. Забезпечити надійне електропостачання сільськогосподарського підприємства з мінімальними капіталовкладеннями.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Види систем енергозабезпечення. Типи сонячних батарей. Зелений тариф в Україні. Постановка задач на кваліфікаційну роботу. Опис структури та основного обладнання. Характеристика об'єкту з точки зору енергоспоживання у зимовий та літній періоди. Розрахунок та вибір обладнання. Визначення оптимального кута нахилу сонячних панелей. Розрахунок вартості.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 - 1) системи енергозабезпечення, що існують;
 - 2) схема сільськогосподарського підприємства з розміщенням обладнання;
 - 3) схема підключення сонячних панелей;
 - 4) графіки генерації електроенергії по місяцям;
 - 5) графіки оптимального кута нахилу сонячних панелей по місяцям;
 - 6) таблиця обладнання, що обрано, розрахунок вартості СЕС;
 - 7) висновки.
6. Дата видачі завдання 01.04.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
		Дата	Категорія	Відсоток	
1	Види систем енергозабезпечення. Типи сонячних батарей. Зелений тариф в Україні. Постановка задач на кваліфікаційну роботу	25.04.24	I	20%	Пл. 1
2	Опис структури та основного обладнання. Характеристика об'єкту з точки зору енергоспоживання у зимовий та літній періоди	08.05.24		40%	Пл. 2,3
3	Розрахунок та вибір обладнання сільськогосподарського підприємства	23.05.24	II	60%	Пл. 4,5
4	Визначення оптимального кута нахилу сонячних панелей. Розрахунок вартості	30.05.24		80%	Пл. 6
5	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра	10.06.24	III	100%	Пл. 7,8

Студент


 (підпис)

 Касяновський В.О.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)

 Кожушко Г.М.
 (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра

«Розроблення системи електропостачання сільськогосподарського підприємства за допомогою відновлюваних джерел енергії»

Робота містить 49 сторінку, 6 рисунків, 6 таблиці, 15 літературних джерел.

Ключові слова: енергозабезпечення, сонячні батареї, зелений тариф, кут нахилу сонця, інвертор, сонячна електростанція .

Метою дослідження є забезпечення сільськогосподарського підприємства власним джерелом електроенергії, що зменшує залежність від зовнішніх постачальників, коливань цін на електроенергію та надійність постачання, що важливо для безперервної роботи сільськогосподарського обладнання. Розглянутий технологічний процес розроблення системи електропостачання сільськогосподарського підприємства за допомогою сонячної електростанції, визначення загального обсягу споживання електроенергії, аналіз сезонних і добових коливань у споживанні.

ABSTRACT

of the qualification work of the bachelor

“Development of a power supply system for a rural enterprise for additional shutdown of energy resources”

The work contains 49 a page, 6 figures, 6 tables, 15 literary sources.

Key words: energy supply, solar batteries, green tariff, angle of inclination of the sun, inverter, solar power plant.

The purpose of the study is to provide the agricultural enterprise with its own source of electricity, which reduces dependence on external suppliers, fluctuations in electricity prices and reliability of supply, which is important for the continuous operation of agricultural equipment. The technological process of developing the power supply system of an agricultural enterprise using a solar power plant, determining the total volume of electricity consumption, and analyzing seasonal and daily fluctuations in consumption are considered.

ЗМІСТ

Вступ	6
1.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Види систем енергозбереження.....	9
1.2 Типи сонячних батарей	11
1.3 Різновиди сонячних панелей.....	12
1.4 Зелений тариф в Україні.....	16
1.5 Опис структури та основного обладнання	22
2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	29
2.1 Розрахунок та вибір обладнання сільськогосподарського підприємства...	29
2.2 Розрахунок освітлення та енергоспоживання сільськогосподарського підприємства.....	30
2.3 Характеристики енергоспоживання у житлового будинку	38
2.4 Характеристики сонячної станції та вибір її обладнання.....	39
2.5 Вибір обладнання	42
ВИСНОВКИ.....	49
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	50
Додатки	51

ВСТУП

У теперешній час розвитку сільськогосподарського підприємства важливою складовою ефективної роботи підприємств є забезпечення постійного, надійного та економічно вигідного електропостачання для безперервної роботи.

Зростає інтерес до відновлюваних джерел енергії, зокрема до сонячних електростанцій через те що, традиційні джерела енергії часто мають високі витрати та негативний вплив на навколишнє середовище.

Встановлення сонячної електростанції на вашій фермі не тільки зменшує вашу залежність від зовнішніх постачальників енергії, але й значно скорочує експлуатаційні витрати.

Крім того, використання екологічно чистої сонячної енергії дає змогу зменшити викиди парникових газів і покращити місцеві екологічні умови. Розробка систем електропостачання з використанням сонячних електростанцій вимагає комплексного підходу, який включає аналіз бізнес-потреб, проектування, монтаж, введення в експлуатацію та подальше обслуговування.

Такі системи не тільки підвищують енергетичну незалежність і надійність постачання, а й відкривають нові можливості для економічного зростання та сталого розвитку сільського господарства.

У цьому контексті актуальність дослідження та впровадження сонячних електростанцій на фермах є дуже високою, що зумовлює необхідність детального аналізу та інноваційного рівня впровадження в цій галузі.

Актуальність теми.

Енергетична незалежність і стабільність: У сучасному середовищі нестабільності енергетичних ринків, зростання цін на електроенергію та потенційних перебоїв у постачанні безпека власних джерел енергії стає все більш важливою.

Сонячні електростанції дозволяють сільськогосподарському бізнесу стати більш автономним і незалежним від зовнішніх постачальників.

Економічна ефективність: Використання сонячної енергії значно зменшить ваш рахунок за електроенергію в довгостроковій перспективі.

Зробивши початкові інвестиції в установку системи, ви можете значно заощадити, мінімізувавши експлуатаційні витрати.

Екологічна стійкість: Перехід на відновлювані джерела енергії, особливо сонячні електростанції, може допомогти зменшити викиди парникових газів і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Це важливо для збереження екологічної рівноваги та покращення якості життя в сільській місцевості.

Технологічний прогрес: За останні роки було досягнуто значних успіхів у виробництві та встановленні сонячних панелей, що зробило їх більш доступними та ефективними. Інновації в цій області допомагають знизити витрати на обладнання і підвищити продуктивність.

Забезпечення сталого розвитку: Впровадження фотоелектричних систем на фермах сприяє сталому розвитку цих підприємств, підвищує їх конкурентоспроможність на ринку та сприяє довгостроковому економічному зростанню.

Отже, актуальність даного питання полягає в необхідності забезпечення економічної, екологічної та енергетичної ефективності сільськогосподарських підприємств та підвищення їх стійкості та конкурентоспроможності в сучасних умовах.

Цілі та проблеми дослідження.

Розробка та впровадження ефективних систем електропостачання ферм на базі сонячних електростанцій забезпечить енергонезалежність та скорочення.

Дослідницькі завдання:

1) Аналіз потреб компанії: Визначення загального споживання електроенергії. Проаналізувати сезонні та добові коливання споживання електроенергії фермами.

2) Оцінка потенціалу сонячної енергії: Проведіть аналіз кліматичних умов у регіоні, де розташована ваша компанія, щоб визначити потенціал сонячної енергії та визначити найкраще місце для встановлення сонячних панелей.

3) Розробка технічних проектів: Розробка технічних проектів сонячних електростанцій з урахуванням потреб підприємства та потенціалу сонячної енергетики, підбір необхідного обладнання (сонячні батареї, інвертори, батареї та ін.

4) Оцінка економічної доцільності: розрахувати початкові інвестиції, експлуатаційні витрати та економічні вигоди від встановлення сонячної електростанції та визначити період окупності проекту.

Ці завдання спрямовані на досягнення основної мети дослідження: забезпечити ефективну, економічну та екологічно чисту систему енергопостачання фермерських господарств з використанням сонячних електростанцій.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Види систем енергозбереження

Енергозбереження - це правові, організаційні, наукові, виробничі, здійснення техніко-економічних заходів. Енергозбереження є важливим питанням захисту природних ресурсів. Власне, «енергозбереження» означає зменшення споживання деяких видів енергії або повне виключення споживання деяких видів енергії.

Сучасне суспільство постійно стикається з проблемами енергозбереження та екології. Ціни на енергоносії (нафта, вугілля, газ) регулярно зростають, а економія або перехід на інші види палива часто призводить до погіршення екологічної ситуації.

Однак на побутовому рівні надзвичайно важко зрозуміти вплив енергозбереження на екосистему. Ми оцінюємо їх лише на основі здоров'я вашого гаманця, наприклад витрати на опалення та витрати на паливо для вашого автомобіля. Однак, використовуючи технології енергозбереження, ви можете зменшити витрати на електроенергію та позитивно вплинути на навколишнє середовище.

Для нас дуже важлива екологічність, тому кожен хоче дихати свіжим повітрям, вживати натуральні продукти та пити чисту воду. Однак переваги сучасної цивілізації залишили свій відбиток на екосистемі, оскільки призводять до різного рівня споживання енергії.

Теплові електростанції, які виробляють енергію для побутової техніки та промисловості, постійно забруднюють навколишнє середовище. Безальтернативність призводить до подальшого погіршення екологічної ситуації. Проте якісні проекти енергозбереження оптимізують використання кожного виду енергії.

Вибір екологічно чистих рішень зменшує викиди та покращує ефективність використання енергії та електрики у вашому домі, серед іншого.

На сьогоднішній день існує кілька шляхів покращення енергозбереження, але для досягнення позитивного ефекту до цього питання потрібно підходити відповідально та комплексно.

Наприклад, замінивши лампи розжарювання на енергозберігаючі, проблема енергоспоживання вирішиться вдесятеро. Перехід на «зелену» електроенергію (вітрогенератори, сонячні електростанції, припливні електростанції тощо) значно зменшує не лише споживання, а й викиди CO₂ в атмосферу. Енергоефективність також безпосередньо залежить від поведінки мешканців будинків у містах, особливо великих.

Використовуючи новітні технології та контролюючи споживання ресурсів, ви можете заощадити до 40% енергії. Застосування ефективних технологій дозволяє зменшити енергоспоживання, вплинути на виробництво енергії електростанціями та зменшити кількість спаленого газу.

Економія України електроенергії

В Україні рівень впровадження енергозберігаючих заходів у старих будинках та об'єктах комунальної власності є дуже неналежним і навіть критичним. Кількість побутової техніки серед населення України продовжує збільшуватися, а зі зростанням вартості електроенергії раптово постає питання про енергозберігаючі заходи в побуті.

У деяких трактуваннях економія енергії не означає відмови від благ цивілізації або обмеження своїх потреб. І навпаки, якщо ви розумно використовуєте електроенергію, ви можете зменшити свої «легкі» платежі в 2-3 рази або збільшити корисність своїх приладів без додаткових витрат.

Те саме стосується споживання газу на опалення та приготування їжі. Неefективні системи центрального опалення житлових будинків щорічно витрачають більше 70% тепла, тому термін «опалювальний сезон» не тільки морально застарів, але й абсолютно неefективний.

Таким чином, комунальні витрати на опалення будинку призводять до подорожчання як самого тепла, так і ціни на газ та електроенергію. Причиною

цього є не лише кілометри труб охолодження, але й відсутність ізоляції в будівлях, через що тепло втрачається «в повітря».

Масштабний план енергозбереження заплановано на 2025 рік.

Їх мета – енергетична незалежність, що сьогодні дуже важливо для України. Одним із напрямків є інвестиції у відновлювані та невикопні джерела енергії для досягнення максимальної енергоефективності.

Пріоритет також надаватиметься використанню енергозберігаючих технологій, таких як споживання холодоагентів, утеплення будівель за рахунок державних коштів, впровадження систем контролю споживання енергії та енергоефективності. Але ця проблема стосується не тільки нас на державному рівні, вона стосується кожного з нас окремо.

Розуміючи, наскільки важливо економно використовувати енергоресурси, застосовуючи енергозберігаючі заходи в побуті, можна значно скоротити власні витрати та заощадити на чомусь корисному для свого домашнього бюджету.

Енергозбереження не тільки позитивно вплине на здоров'я екосистем і глобального потепління, але й навчить нас і наших нащадків бути обережними у всьому. Треба навчитися не лише отримувати та споживати, а й віддавати. [3]

1.2 Типи сонячних батарей

Для отримання теплової та електричної енергії з сонячного випромінювання використовуються спеціальні пристрої, так звані сонячні панелі. Іноді їх називають сонячними елементами. За принципом дії вони класифікуються наступним чином: • Фотоелементи • Колектори тепла У фотоелементах першого типу світло та інфрачервоне випромінювання відразу перетворюються на електрику. Це можливо завдяки напівпровідниковим властивостям чистого кремнію та деяких сполук.

Коли світло потрапляє на елемент сонячної панелі, створюється різниця потенціалів і струм генерується р-п-переходом. Дрібний, не більше 0,6 шматка, незалежно від його розміру. Вихідна напруга може бути збільшена шляхом послідовного з'єднання окремих елементів. Тому їх називають сонячними батареями, тобто поруч з одним і тим же елементом.

Сонячна панель має рідкий теплоносій, який поглинає інфрачервоне випромінювання, нагрівається, розширюється та циркулює в герметичній системі.

Їх можна використовувати для: • Води • Мінерального масла • Соленої води Теплоносії нагрівають воду для опалення приміщень, побутового чи промислового використання або обертають лопаті турбіни для виробництва електроенергії [1].

1.3 Типи сонячних модулів Промисловість в основному виробляє три типи сонячних модулів.

1. Монокристал
2. Полікристалічний
3. Тонкоплівковий

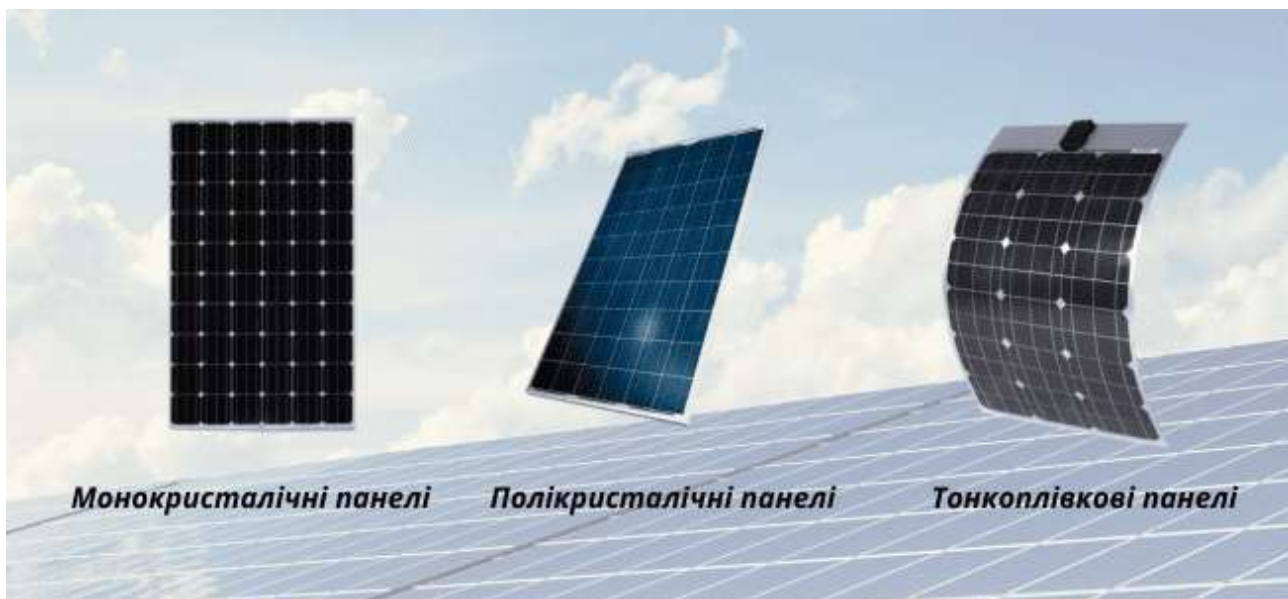


Рисунок 1.1 – Типи сонячних панелей

У перших двох використовується чистий кремній із напиленням сплавом із зовнішнього боку та електропровідною основою на тильній стороні.

Тонкоплівкові сонячні елементи можуть виготовлятися з аморфного кремнію чи інших напівпровідникових матеріалів або шляхом додаткового напилення.

Всі типи вимагають прозорого зовнішнього шару зі скла або полімеру для захисту від вологи та механічних пошкоджень.

Сонячні батареї використовуються в повсякденному житті, промисловому виробництві електроенергії та як елементи руху в космічних кораблях.

Тому вони мають різні вимоги.

- Коефіцієнт корисної дії (ККД)
- Термін служби
- Вага
- Вартість

Вибір відповідного типу сонячного модуля для установки здійснюється на основі співвідношення цих показників.

Також враховується: Температурний коефіцієнт - залежність втрати потужності від коливань температури навколишнього середовища Гарантія виробництва - тоді потужність зменшується, але є період, протягом якого вони змінюються 10-15%.

Розмір - яка площа або сонячні панелі повинні генерувати 1 кВт електроенергії.

Монокристалічний – найдорожчий і найважчий, але при цьому має найвищий ККД (до 25%), найменшу виробничу площу 1 кВт (до 8 кв.м.) і найбільший термін служби (20-25 років), з низькою температурою та пов'язаними з часом втратами електроенергії Тонка плівка – дешевша, легша та має дещо ширший робочий діапазон, ніж монокристалічна, але має гарантію менше 3 років і сильно залежить від погодних умов.

Полікристалічні сонячні модулі потребують у багато разів більше площі монокристалів і плівки для виробництва 1 кВт. Проте за іншими показниками вони суттєво не поступаються монокристалічним сонячним елементам і в 10 разів перевершують плівкові сонячні елементи.

Фотоелементи для тонкоплівкових сонячних батарей виготовлені з наступних матеріалів:

- Аморфний кремній

- Диселенид індію та міді
- Телурид кадмію

Для отримання р-п переходів напівпровідникові матеріали легують фосфором, галієм або сіркою.

В якості анодів використовують напилення молібдену, оксид цинку, олова або галію.

Катод (струмоприймач) складається з металевої пластини.



Рисунок 1.2 – Виготовлення сонячної панелі.

Отримати електроенергію від сонячних батарей колекторного типу складніше, а їх ККД в наземних умовах може досягати 25-35%. Для опалення приміщень і водопостачання, якщо достатньо нагріти холодоагент до 100 °С, то турбіні знадобиться перегріта пара з температурою 350-500 °С і тиском 15 МПа.

Для цього вони будують «сонячну вежу» і пересувають навколо неї дзеркала, щоб сфокусувати відбите сонячне світло на невеликій ділянці приймача. Або використовуйте параболічний концентратор із двигуном Стірлінга останньої розробки. Оскільки вони відносно малі та рухливі, відбиваючі поверхні знаходяться в найкращому положенні відносно сонця протягом дня. [1]

Різниця між монокристалічними і полікристалічними панелями.

Перш за все, слід зазначити, що обидва типи панелей виготовляються за однаковою технологією, яка вже стала класичною. Кремнієві фотоелементи

зібрані в кристалічні модулі. Модулі підключаються за допомогою спеціальної шини. Завдяки різноманітним кріпленням і каркасам такі панелі можна кріпити на будь-яку поверхню.

Монокристалічний сонячний модуль складається з кремнієвого фотомодуля (монокристалічного), зібраного в твердотільну панель. Корпус зі скловолокна захищає батарею від зовнішнього впливу. Полікристалічні комірки виготовлені з того ж кремнію, але менш трудомістким способом. Їх структура трохи зерниста, що робить їх дещо менш ефективними. Корпус виготовлений з алюмінію, що забезпечує захист і довговічність панелі.

Зовнішній вигляд панелі сонячних батарей.

Монокристалічні та полікристалічні батареї мають дещо різний вигляд.

Перший однорідний за кольором і має закруглені кути. Другий квадратний і має неоднорідну структуру (через різний розмір кристалів і наявність домішок).

Монокристали міцніші і тому займають менше місця. Полікристалічний вимагає більше місця.

Ефективність сонячної панелі. Вибір типу сонячної батареї повинен ґрунтуватися на ефективності.

ККД монокристалічної паллади становить 23%, полікристалічної - 18%.

Для порівняння: , ефективність тонкоплівкової моделі становить близько 13%.

Умови експлуатації Монокристал є більш універсальним. Наприклад, йому підійде мінусова температура і прямі сонячні промені.

Полікристалічний – призначений для розсіяного світла, наприклад, у похмурі дні або в міжсезоння.

Деградація Монокристалічні та полікристалічні сонячні елементи з часом погіршують продуктивність.

Монокристали розпадаються трохи швидше. Приблизно 0,4% на рік.

Монокристалічні панелі складніші у виготовленні і тому дорожчі. Вона зросте приблизно на 10%. Foil Panel Так, панель є найдешевшою з інших типів сонячних батарей. ККД становить від 9,5 до 19,9%.

Інші властивості фольгованих панелей:

- Гнучкість.
- Підвищення продуктивності за допомогою розсіяного освітлення.
- Нижча вартість ніж кристал.
- Для підвищення ефективності потрібна велика площа установки. [2]

Використання різних типів сонячних елементів у побуті та промисловості.

Враховуючи всі чинники та вимоги, для живлення кожного будинку використовуються монокристалічні або тонкоплівкові сонячні батареї. На промислових сонячних електростанціях рекомендується установка полікристалічних сонячних модулів. Полікристалічні сонячні модулі також використовуються в космосі, і їх чистота кремнію становить 99,999%. Вони виготовлені за складною технологією багат шарового нанесення і здатні перетворювати сонячне випромінювання різних частот в електрику. Це означає, що ККД може досягати вражаючих 40%, чого поки що неможливо досягти в наземних умовах. Навіть у помірних широтах вигідно виробляти електроенергію зі світла за допомогою плоских сонячних модулів на великих електростанціях і в будинках. Про це свідчить досвід Данії та Німеччини. А в жарких регіонах світу сонячні панелі мають більший потенціал. Вони вже діють у Каліфорнії (США), Мексиці, Іспанії, Марокко, Єгипті та інших південних країнах.

Це тому, що в цих країнах найбільше сонячних днів і найвищі середньорічні температури. Крім того, більшість країн пропонують можливість продавати надлишки енергії за спеціальними «зеленими тарифами».

Нещодавно з'явився дуже цікавий і перспективний гібрид сонячних батарей – розумна квітка. Виглядає як гігантський соняшник. Розмір пелюсток може досягати 10 метрів, а серводвигун обертає їх навколо сонця та регулює кут нахилу. Крім того, при сильному вітрі, вночі або в дощову погоду пристрій автоматично складає верстак і опускає його в безпечне положення. Заявлена потужність 3,2 кВт/год, за рік можна отримати від 3200 до 6400 кВт залежно від клімату. «Сонячна квітка» вже має масовий попит у Європі та США.

1.4 Зелений тариф в Україні

Зелений тариф – це механізм, який дозволяє енергокомпаніям (обленерго) продавати надлишки електроенергії з альтернативних джерел електроенергії відповідно до рішень Державної комісії України.

Побутові споживачі мають право встановити у своїх оселях електричну установку, яка перетворює енергію сонця та/або вітру в електричну енергію загальною встановленою потужністю 30 кВт.

Відповідно до Закону України «Про ринок електричної енергії» допустима потужність за договором зі споживачем про надання послуг з розподілу (передачі) електричної енергії та продажу виробленої електричної енергії не може перевищувати договору купівлі-продажу Green is a спеціальний тариф, за яким держава купує електроенергію у приватних компаній і корпорацій.

Схема діятиме до 2030 року і стосується лише енергії з альтернативних джерел. Сонячна енергія вважається найбільш поширеною і популярною. Продаючи, можна отримувати стабільний пасивний дохід. Тарифи з часом будуть знижуватися, тому варто якомога швидше підключатися до «зелених» тарифів.

Купуючи сонячні батареї за «зеленим» тарифом, фізичні особи та корпорації також роблять свій внесок у вирішення інших нагальних проблем:

- Зменшити викиди парникових газів шляхом зменшення залежності від викопного палива. Все це допомагає зменшити шкоду навколишньому середовищу.
- Диверсифікація енергетичного портфеля. Різноманітність джерел енергії забезпечує більш сталу та надійну енергетичну систему.

Усе про «зелені» тарифи для населення та бізнесу: Особливості програми.

Розвинені країни світу активно просувають перехід на всі види відновлюваних джерел енергії. Україна також приєдналася до світового тренду енергозбереження.

Існуючі програми спрямовані на сприяння розвитку нових способів виробництва електроенергії.

«Зелені» тарифи – це корисна опція для всіх, хто хоче забезпечити енергонезалежність, а також вигідно продавати свою електроенергію. Сонячні електростанції відносно швидко окупаються (5-7 років), а потім отримують дохід за рахунок продажу енергії з відновлюваних джерел.

Обмеження та ціни «Зеленого тарифу» Електроенергія Зверніть увагу, що відповідно до поточних обмежень фізичні особи можуть встановлювати обладнання з максимальною потужністю 30 кВт. Немає обмежень щодо потужності корпоративних систем виробництва сонячної енергії. Держава гарантує повний викуп виробленої енергії.

Країна також встановила екологічний тариф для домогосподарств у розмірі 16 євроцентів за кіловат (за умови, що схема запрацює до 2025 року).

Для комерційних операцій вартість 1 кВт/год енергії становить 15 центів для наземної станції та 16,4 цента для станції на даху.

Термін дії «зелених» тарифів в Україні

Відповідно до чинного законодавства «зелені» тарифи в Україні діють до 31 грудня 2029 року. А з 1 січня 2030 року будуть можливі різні механізми продажу або виставлення рахунків за електроенергію. Він уже затверджений або буде затверджений у майбутньому. Власникам гібридних електростанцій слід зазначити, що вони вже можуть продавати надлишки виробленої енергії своїм постачальникам за договірною ціною. Це передбачено постановою НКРЕКП 847 від 9 травня 2023 року.

Вигода від «зеленої» енергії «Зелені» тарифи – це можливість продавати електроенергію та отримувати прибуток, розмір якого визначається наступними факторами: •

Типи сонячних енергосистем.

Мережеві пристрої можуть окупитися швидше, ніж гібридні установки.

- Продуктивність станції. Чим вищий цей показник, тим більше електроенергії і вище дохід.

- Споживання. Коли споживання відносно низьке, більше енергії продається за «зеленими» тарифами. Це позитивно впливає на доходи від виробництва електроенергії.

- Установка сонячних панелей. Щоб система виробляла велику кількість електроенергії, якомога більше сонячної енергії має досягати поверхні панелей. Для цього фахівці передбачають безліч нюансів, наприклад, кут нахилу панелей в залежності від географічного розташування.

- Сервісне обслуговування. При регулярному і належному обслуговуванні ваша сонячна станція працюватиме не тільки довго, але й з максимальною ефективністю. Це позитивно позначається на терміні служби всіх вузлів силової установки.

Працююча сонячна електростанція під “зелений тариф” приносить своєму власнику щомісячний дохід. Розрахунок за надану енергію відбуватиметься переважно до 15 числа наступного місяця.

Оформлення "зеленого" тарифу

«Зелені» тарифи можуть виставляти приватні та юридичні особи. Особі, яка не має чинного договору про постачання електричної енергії, може бути відмовлено в укладенні договору про постачання «зеленої» енергії. Коли ви зрозумієте, що таке «зелена» енергія, ви можете створити тариф для своєї системи.

Цей процес складається з кількох етапів:

- Спочатку вам потрібно визначити джерело живлення для вашого будинку/приміщення. Це можна зробити, звернувшись до свого постачальника універсальних послуг. Послуги, що надаються, також вказуються в договорі про підключення.

- У разі необхідності збільшення потужності необхідно подати заяву оператору розподільної мережі за відповідним шаблоном. Протягом 10 днів з моменту звернення оператор підготує технічні умови та договір про приєднання.

У разі необхідності узгодження технічного завдання та умов договору термін виконання може бути продовжений до 20 днів. Потім розробляється та

погоджується проектна документація та разом із введенням в експлуатацію здійснюється відповідне будівництво чи реконструкція внутрішньої електромережі.

Наприкінці процесу необхідно переукласти договір розподілу електроенергії. Після вирішення проблеми нестачі електроенергії має розпочатися будівництво сонячної енергосистеми. Цей етап зазвичай включає вибір і встановлення сонячних модулів, інверторів, систем кріплення та інших компонентів.

- Після побудови сонячної енергосистеми з «зеленим» тарифним планом необхідно подати базовому постачальнику відповідну документацію. Вони повинні містити інформацію про технічні характеристики станції та послуги, що надаються.

- Завершальним етапом є створення договору купівлі-продажу з «зеленими» ставками. Це мають зробити в облenergo. Для цього необхідно надати спеціалісту документи, що підтверджують наявність сонячної електростанції та її технічні характеристики.

Для оформлення договору компанія, яка встановлює СЕС, повинна надати рахунок, паспорт пристрою та однолінійну схему підключення.

Середній час підключення за «зеленим» тарифом становить 30 днів.

Оновлені умови тимчасового підключення електрообладнання Після введення воєнного стану в Україні змінилися умови тимчасового підключення електрообладнання. Наразі методика формування тарифів на приєднання систем розподілу електричної енергії та мереж передачі та розподілу регулюється постановою від 26 березня 2022 року.

Операторам систем розподілу електроенергії дозволяється обслуговувати електроустановки, призначені для споживання електроенергії, лише тимчасово.

У разі виконання замовником рішення оператор не має права відмовити замовнику в доступі до розподільчої мережі.

Зверніть увагу, що послуги членства є безкоштовними.

Звертаємо Вашу увагу, що протягом шести місяців після скасування/припинення воєнного стану всі тимчасово підключені електроустановки мають бути переоформлені відповідно до КУПАП.

Особливості підключення комерційних компаній до «зелених» тарифних планів.

Порядок підключення та авторизації юридичних осіб, які бажають стати «донорами» альтернативної енергетики, затверджено державою. Плануються такі кроки:

- Придбайте пристрій, який відповідає вашим вимогам.
- Побудуйте систему виробництва сонячної енергії для постачальника універсальних послуг.
- Отримати перевірку придатності обладнання.
- Затвердження тарифу та укладення договору з підприємством «Енергоринок», яке представляє інтереси держави.

Види сонячних електростанцій із «зеленим» тарифом та їх характеристики.

Якщо вас цікавить можливість продажу надлишків електроенергії, вам необхідно обрати відповідну сонячну електростанцію. Розглянемо основні особливості та нюанси обладнання.

Сонячні батареї встановлюють на даху або на землі, щоб заробити на «зелених» зборах. Серед різних типів станцій найбільше підходять мережеві станції без вбудованих акумуляторів. Електроенергія швидко і дешево доставляється в мережу і не накопичується в акумуляторах.

Важливим нюансом пристрою є те, що він функціонує тільки при підключенні до загальної електричної мережі. Це важлива функція для мережевих пристроїв, оскільки вони не мають акумуляторних батарей. Це означає, що електроенергія не накопичується.

Сонячні електростанції мережі можна встановлювати як на дахах будівель, так і на спеціальних перекриттях.

Це дозволяє використовувати даний вид техніки в самих різних закладах, включаючи заміські будинки, дачі, ферми, офіси, склади і т.д.

Якщо ви хочете не тільки заробляти на «зелених» тарифах, але й покривати власні потреби в електроенергії, орієнтуйтеся на гібридну сонячну станцію. Для використання виробленої енергії для живлення будинків і організацій, а також для утилізації надлишкової електроенергії.

Зелене ціноутворення дозволяє використовувати пристрої стандартної конфігурації. Це такі компоненти:

- Фотопанелі - це енергогенеруючі пристрої, які перетворюють сонячну енергію в електричну.
- Інвертор є важливим пристроєм у системі, який перетворює постійний струм на змінний.
- Контролер батареї та заряду – ці компоненти потрібні лише для гібридних типів SES. Перший використовується для накопичення енергії, а другий для захисту акумулятора від перезаряду.
- Набір кріплень – Елементи та деталі металевої конструкції для надійного кріплення фотопанелей до даху або підлоги.

1.5 Опис структури та основного обладнання Сонячна батарея - це комбінація фотоелектричних перетворювачів, які перетворюють енергію сонця в постійний струм.

Нижче описано склад, структуру та точний склад сонячних елементів для забезпечення ефективної та надійної роботи сонячних елементів.

Принцип роботи і структура виготовлення сонячних панелей

Щоб зрозуміти, з чого складаються сонячні батареї, давайте спочатку подивимося, з чого вони зроблені та як вони працюють.

Сонячні панелі працюють за принципом фотоелектричного ефекту, коли світло взаємодіє з речовиною, а енергія фотонів передається електронам матеріалу. Іншими словами, панель - це фотоелектричний пристрій, який перетворює сонячну енергію в постійний струм (DC). Сонячні модулі складаються з безлічі маленьких блоків, так званих сонячних елементів.

Вони виготовлені з напівпровідникових матеріалів. Складається з позитивного та негативного шарів, які разом створюють електричне поле.

Однак одна сонячна батарея не може генерувати достатньо енергії. Кілька фотоелектричних елементів, встановлених на опорній рамі та електрично з'єднаних один з одним, утворюють фотоелектричний модуль або сонячну панель.

Панель має наступну структуру:

- Верхній шар – скляна пластина.
- Центр – сонячна батарея розміщена між двома шарами інкапсулятора.
- Підкладка – скло або плівка для захисту від атмосферних впливів.

Сонячні панелі, як правило, утримуються разом в алюмінієвій рамі та оснащені вихідними/вхідними розподільними коробками, щоб їх можна було легко об'єднати в масиви.

Сонячні батареї: Класифікація та матеріали, сонячні батареї складаються з сонячних елементів, які є електронними пристроями, які перетворюють падаюче світло в електрику. Кілька перетворювачів, об'єднаних в раму, утворюють сонячну батарею.

Сонячні елементи класифікуються таким чином:

- Поодинокі та концентровані залежно від інтенсивності поглинання світла.
- За кристалічним складом – монокристалічні, полікристалічні, полікристалічні, мікрокристалічні та нанокристалічні.
- За товщиною - тонкі та товсті плівки.
- Залежно від хімічного складу матеріалу - змішаний кремній і кремній на основі напівпровідника.

Найбільш поширеним матеріалом для сонячних батарей є кристалічний кремній. Монокристалічні кремнієві елементи (с-Si) виготовлені з кремнієвих пластин товщиною 0,3 мм.

Допування донорними та акцепторними домішками покращує властивості провітлення та структурує поверхню, утворюючи омичні контакти з суцільною

тильною стороною та ґратчастою верхньою стороною. ККД високий, в середньому 22% і максимум 24,7%. Недоліком є висока ціна.

Полікристалічні та полікристалічні сонячні батареї (mc-Si) виготовлені зі зливків кремнію низької чистоти. Він трохи дешевше, але середній ККД панелей на його основі не перевищує 18%.

Один із способів знизити витрати на виробництво — здешевити матеріали. Тонкоплівкові сонячні елементи виготовлені з аморфного кремнію (a-Si). Аморфний кремній наноситься на різноманітні гнучкі підкладки, що дозволяє використовувати СЕ на рельєфних поверхнях.

Вартість невисока, а ефективність відносно висока. Це одна з найбільш екологічних технологій.

Головний їх недолік - швидкий знос і втрата ефективності через вплив сонячної радіації.

Сонячні батареї на основі кристалічного кремнію є найпопулярнішими у світі, виробництво яких наразі становить близько 90%. Світові виробники фотоелектричної продукції постійно вдосконалюють свої технології та покращують якість матеріалів і виробничих процесів.

Виготовлення сонячних модулів: Перспективні матеріали. Інші матеріали, з яких виготовляють сонячні модулі:

- Напівпровідникові сполуки елементів III і V групи АЗВ5 періодичної таблиці - Ідеальний фотоелектричний Має енергетичні характеристики та високий ККД, але має найвищу ціну.

- Телурид кадмію (CdTe) – Доступний у формі тонкої плівки та має великий потенціал для технологічного вдосконалення. До недоліків можна віднести його токсичність і складність утилізації.

- Багатокомпонентні напівпровідникові сполуки – пропонують чудові фотоелектричні властивості та мають найбільший потенціал для подальшого розвитку. Однак єдиної технології промислового впровадження досі немає.

- Органічні пластини – електропровідні. Для його виготовлення використовується органічний полімер, який може бути прозорим, легким, гнучким і тонким.

- Генетично модифіковані бактерії - організми, які використовують пігменти для перетворення світла в енергію в умовах слабого освітлення. Ця технологія ще потребує вдосконалення та додаткових досліджень.

Сонячна електростанція для приватного будинку з гібридним інвертором і акумулятором - це ефективне технологічне рішення для живлення побутових і комп'ютерних пристроїв у разі відключення електроенергії в загальній мережі.

Переваги використання автономної сонячної електростанції

Постійне живлення. Щоб ваш будинок був повністю незалежним від електропостачання, рекомендуємо придбати сонячну електростанцію з акумулятором.

Гібридні інвертори та батареї дозволяють ефективно контролювати виробництво та споживання енергії, забезпечуючи безперебійне електропостачання в будь-який час доби.

Рахунок за електроенергію заощаджено на:

- Безкоштовна сонячна енергія зменшує вашу залежність від державних і

комерційних джерел електроенергії та економить ваші гроші на рахунку за електроенергію, оскільки вам не потрібно думати про постійне підвищення цін.

- Екологічна стійкість.

- Комплекти сонячних гібридних електростанцій не випаровують шкідливі

викиди в атмосферу та не використовують невідновлювані природні ресурси для виробництва електроенергії.

Комплект Сонячна електростанція Принцип роботи

Сонячні панелі, встановлені на даху будинку або на спеціальній конструкції, перетворюють сонячне випромінювання в постійний струм (DC).

Гібридний інвертор перетворює постійний струм (DC), вироблений сонячними панелями, на змінний струм (AC) для використання в електричній системі вашого будинку. Гібридний інвертор також керує підключенням до мережі та заряджанням акумулятора.

Акумулятор. Коли домашня сонячна електростанція виробляє більше енергії, ніж потрібно споживачеві, надлишок енергії використовується для зарядки акумулятора. Вночі або коли сонячні модулі не виробляють достатньо енергії, інвертор перемикає живлення на батарею.

Інтелектуальна система керування оптимізує розподіл та використання електроенергії, а також керує процесами зарядки та розрядки акумулятора.

Конфігурація сонячної електростанції Монокристалічний сонячний модуль LP Longi Solar Half Cell 550W - 8 шт.

Міні сонячна електростанція для дачних будинків і будинків складається з 8 сонячних модулів потужністю 550 Вт кожен.

Максимальна потужність, яку за оптимальних умов може генерувати сонячна електростанція, становить 3,42 кВт.

Фактична продуктивність вашого домашнього комплексу на сонячних батареях залежить від часу доби, хмарності, кута нахилу сонячної панелі та інших факторів.

сонячні панелі (монокристалічні) встановлені на даху або на землі під певними кутами за допомогою спеціальної конструкції.

Оскільки більший відсоток сонячної енергії перетворюється на електрику (22,7%), сонячні панелі можуть генерувати більше енергії з кожної одиниці сонячного випромінювання. Hybrid Solar Inverter (UPS) LogicPower LPW-HY-4000VA (4000W) 24V - 1 Піесе Сонячна електростанція set з гібридним інвертором є ефективним рішенням для автономного живлення вашого дому чи офісу.

Використовуючи гібридний інвертор (ДБЖ з MPPT), ККД сонячних батарей можна збільшити до 30%.

Модель 24V LPW-HY-4000VA (4000W) оснащена інтелектуальною мікропроцесорною системою управління, яка забезпечує стабільну роботу системи з ефективністю 98% за будь-яких температур, вологості та погодних умов.

За наявності правильної синусоїди ДБЖ Hybrid може автоматично керувати джерелами електроенергії.

- Сонячні панелі.
- Спільна електромережа.
- Акумуляторна батарея.

Оснащений інтелектуальною платою керування, інвертор дозволяє користувачам оптимізувати споживання та значно скоротити витрати на електроенергію.

Функціонал Hybrid Inverter дозволяє підключити електростанцію до програми «зелений тариф» і продавати надлишки електроенергії державі.

Гелева батарея LPM-GL 12V - 150 Ah - 2 шт. Дешева сонячна електростанція оснащена двома гелевими батареями (гелями) 12 В ємністю по 150 ампер/год кожна.

Гелевий акумулятор для сонячних модулів витримує тривалий розряд, періодичний розряд, глибокий розряд і великий струм. Цей тип акумулятора має надійні функції самозахисту від глибокого розряду та надмірного заряду акумулятора.

При виборі акумуляторів для сонячних панелей, що входять до комплекту SES, ми враховували ресурс циклів заряду та розряду (1200*), що дає середній термін служби акумулятора 7-8 років.

У житлових будинках можна встановити батареї. В'язка структура електроліту та повна герметичність корпусу усувають витік кислоти та забезпечують відсутність утворення шкідливих газів [4].

Характеристики об'єктів щодо споживання енергії взимку та влітку Сонячні батареї працюють залежно від кількості сонячного світла, а не від температури.

У холодну пору року не кожен день мороз і сонце, а в похмурі дні сонячні панелі виробляють менше електроенергії. Однак дуже мало ймовірно, що батарея не буде повністю заряджена протягом усієї зими.

Основною вимогою для такого рівня ефективності є правильно спроектована сонячна електростанція. Це знижує продуктивність сонячних модулів взимку. Однак загалом сонячні панелі виробляють менше енергії взимку, ніж влітку.

Це викликано наступними факторами:

- День короткий. Це логічно, менше світла означає менше енергії. Влітку батарея заряджається 12 годин, а взимку максимальна потужність становить 2,5-3 години.

- Подовжити шлях променя через атмосферу. Світло не розсіюється у вакуумі, але розсіюється в щільному повітрі. Взимку кут нахилу потоку фотонів збільшується, і шлях через атмосферу збільшується в 4-5 разів.

- Коефіцієнт широти. Виробництво постраждає в північних областях. Малі ТЕС взимку зупиняються і не використовуються через їх неефективність, але в Україні це не так. У нашому регіоні ви можете скористатися сонячними системами в будь-яку пору року.

Правильна експлуатація та догляд у холодних кліматичних умовах.

Щоб максимально підвищити ефективність сонячних батарей взимку, кут нахилу конструкції слід змінювати відповідно до пори року.

Взимку кут менший і промені не потрапляють вертикально. Деякі споживачі встановлюють батарею в універсальне положення, але це не дозволяє досягти найвищої ефективності як взимку, так і влітку. Проте можна досягти певного середнього виробництва. Зміна кута нахилу при зміні пір року трудомістка, але й дуже прибуткова.

Взимку кут установки панелей буде становити 10-15 градусів, щоб максимально ефективно вловлювати косе світло низького сонця. У місцях з частими сильними снігопадами встановлюйте панелі вертикально, щоб запобігти накопиченню снігу.

Необхідно стежити за чистотою панелей і прибирати з них сніг. Однак найкраще залишити сніг навколо панелей.

По-перше, як уже зазначалося, сонячні електростанції ефективніше працюють при низьких температурах, а навколишній сніг забезпечує додаткове охолодження.

А по-друге, навколишній сніг також відбиває світло, роблячи сонячні панелі більш ефективними взимку.

Робота сонячних панелей взимку Попит на сонячні батареї в Україні зростає і робота СЕС взимку:

- Світловий день безпосередньо впливає на ефективність сонячних батарей взимку, але інноваційні інвертори При використанні системи накопичення електроенергії ви може отримати достатньо сонячної енергії навіть взимку.

- Ви також можете збільшити ефективність використання акумулятора взимку, використовуючи додаткові пристрої.

- Ефективність сонячних елементів найвища влітку, а ефективність сонячних елементів нижча взимку.

Згідно зі статистичними дослідженнями, з точки зору ефективності перетворення зеленої енергії в електричну, робота СЕС у міжсезоння є найбільш ефективною.

Правильна установка та додаткове обладнання забезпечить достатньо енергії для задоволення ваших потреб та переваг протягом року.

Підвищення ефективності сонячних батарей Елементи використовуються для забезпечення достатньої продуктивності сонячних батарей навіть у морозну та похмуру погоду.

Взимку сонячні панелі збирають і накопичують енергію, отриману за останні кілька годин або днів.

Однак зверніть увагу, що взимку потрібен додатковий контролер через підвищений ризик короткого замикання та пошкодження батареї.

- ШІМ. Пристрій з широтно-імпульсною модуляцією.

•MPPT. Прилад контролює точку максимальної продуктивності. Регулятор MPPT контролює збільшення струму та запобігає погіршенню продуктивності панелі.

Ваш пристрій завжди буде використовуватися в оптимальних умовах, навіть взимку. Я також повторюю, що кут нахилу важливий. При сильному снігопаді найкраще встановити панелі майже під прямим кутом. Крім того, взимку сонячні батареї потрібно чистити: 1) якщо температура не дуже низька, сніг змивають водою зі шланга (щоб вода не замерзла). 2) якщо перший спосіб не підходить, обережно очистіть плиту від снігу [5] .

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок та вибір обладнання сільськогосподарського підприємства

Об'єктом проектування є сільськогосподарське підприємство, що знаходиться за адресою: м.Полтава, Полтавський район, село Вороніна, вул. Колійна 122, Енергія, яка споживається даним сільськогосподарським підприємством, витрачається на вентиляцію, освітлення, обігрівання та інкубування. Всі ці приймачі є електричними і потребують електроенергію.

За рівнем інтенсивності сонячного радіації (випромінювання) виділяють чотири зони на території України. Полтава відноситься до четвертої зони, яка найменш придатна для використання сонячної енергії. Величина надходження сонячного проміння в цій зоні – 1000 кВт·год/км².

2.2 Розрахунок освітлення та енергоспоживання сільськогосподарського підприємства.

Розрахунок освітлення основної кімнати де знаходяться перепілка від 2-х місячного віку.

Вихідними даними для розрахунку освітлення основного приміщення де знаходиться вже доросла птиця є: ширини b_k , довжина приміщення a_k , висота h_k , коефіцієнти відбиття стін $\rho_{ст}=45\%$, підлоги $\rho_n=15\%$, стелі $\rho_c=65\%$, а також освітленість поверхні $E_{нк}$. Необхідні геометричні розміри приміщень беремо із загального плану будинку.

1) При розрахунку застосовано метод коефіцієнта використання світлового потоку. Методика розрахунку викладена в [6].

Визначаємо площу коридору:

$$S_k = a_k b_k . \quad (2.1)$$

Підставивши чисельні дані, одержимо:

$$S_k = 14 \cdot 6 = 84 \text{ м}^2 .$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$F_k = \frac{S_k}{h_{1k} (a_k + b_k)} , \quad (2.2)$$

де h_{lk} – Відстань від світильника до освітлюваної поверхні, м (світильник кріпиться на стелі без підвісу, тому відстань від світильника до освітлюваної поверхні відповідає висоті стелі $h_{lk} = h_c$). У цьому випадку висота стелі основного приміщення $h_{lk} = 2$ м.

Необхідна освітленість приміщення, лк (згідно міжнародного стандарту освітлення ISO 8995, в коридорі прийнято $E_{nk} = 100$ лк).

Попередній коефіцієнт (приймаємо $k = 1,2$ для світлодіодних ламп), z – коефіцієнт мінімальної освітленості (приймаємо $z = 1$ для світлодіодних ламп).

Тоді індекс приміщення дорівнює

$$F_k = \frac{84}{2 \cdot (14 + 6)} = 2.1.$$

Знаючи індекс приміщення, визначаємо із [6] (табл. 13.8) та за допомогою подальшої інтерполяції коефіцієнт використання світильника $\eta_k = 0,258$.

Світловий потік всіх ламп дорівнює

$$\Phi_{lk} = \frac{E_{nk} S_k k z}{\eta_k}, \quad (2.3)$$

де E_{nk} – Необхідна освітленість приміщення, лк (згідно міжнародного стандарту освітлення ISO 8995, в коридорі прийнято $E_{nk} = 100$ лк Попередній коефіцієнт (приймаємо $k = 1,2$ для світлодіодних ламп), z – коефіцієнт мінімальної освітленості (приймаємо $z = 1$ для світлодіодних ламп).

Тоді маємо

$$\Phi_{lk} = \frac{100 \cdot 84 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,258} = 39069,76 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібні світлові потіки всіх ламп, обираємо лампи типу ЄВРОСВІТ 40Вт 4200К (VIS-40-E40)

з такими параметрами:

- термін служби – 25000 год;
- потужність – 40 Вт;
- тип цоколя – E27;
- температура світла – 4500 К;

– світловий потік – 4000 лм;

– напруга живлення 220 В.

Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$N_k = \frac{\Phi_{лк}}{\Phi}, \quad (2.4)$$

де Φ – світловий потік однієї лампи, лм.

Підставивши чисельні дані, одержимо:

$$N_k = \frac{39069,76}{4000} \approx 9,7.$$

Відхилення фактичного світлового потоку всіх ламп має задовольняти умові $10\% \leq \Phi_{лк} \leq 20\%$. Дана умова задовольняє кількість ламп $N_k = 9$.

Розрахунок освітлення приміщення під інкубацію яєць

Визначаємо площу данної кімнати:

$$S_2 = 2,5 \cdot 5 = 12,5 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо індекс приміщення

$$F_2 = \frac{12,5}{2 \cdot (5 + 2,5)} = 0,83.$$

Знаючи індекс приміщення, визначаємо коефіцієнт використання світильника $\eta_c = 0,22$.

Світловий потік всіх ламп дорівнює

$$\Phi_{л_2} = \frac{100 \cdot 12,5 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,22} = 6818,18 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібний світловий потік всіх ламп, обираємо лампу типу EUROLAMP A75 20W E27 4000K

– потужність – 20 Вт;

– термін служби – 25000 год;

– тип цоколя – E27;

– температура світла – 4000 К;

– світловий потік – 1700 лм;

Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$N_z = \frac{6818,18}{1700} \approx 4,01.$$

Відхилення фактичного світлового потоку всіх ламп має задовольняти умові $10\% \leq \Phi_{л_2} \leq 20\%$ [6]. Даній умові задовольняє кількість ламп $N_z = 4$.

Розрахунок освітлення приміщення для брудерів

Визначаємо площу вітальні:

$$S_6 = 6,12 \cdot 3,5 = 21,42 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$F_6 = \frac{21,42}{2 \cdot (6,12 + 3,5)} = 1,11.$$

Знаючи індекс приміщення, визначаємо із [6] (табл. 13.8) та за допомогою подальшої інтерполяції коефіцієнт використання світильника $\eta_c = 0,458$.

Світловий потік всіх ламп дорівнює

$$\Phi_{л_6} = \frac{200 \cdot 21,42 \cdot 1,2 \cdot 1}{1,11} = 4631,35 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібний світловий потік всіх ламп, обираємо лампу LED L-A60 10W E27 4100K 900Lm

- Цоколь: E27
- Потужність: 10 Вт
- Спосіб живлення: від мережі 220в
- Світовий потік: 900 Лм
- Температура кольору: 4000К
- Термін служби: 25000 годин

Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$N_6 = \frac{4631,35}{900} \approx 5,1.$$

Вибираємо кількість ламп $N_6 = 5$.

Розрахунок освітлення ванної кімнати

Визначаємо площу ванної кімнати:

$$S_v = 1,92 \cdot 3,25 = 6,24 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$F_v = \frac{6,24}{2 \cdot (1,92 + 3,25)} = 0,6.$$

Знаючи індекс приміщення, визначаємо коефіцієнт використання світильника $\eta_v = 0,22$.

Світловий потік всіх ламп дорівнює

$$\Phi_{lv} = \frac{200 \cdot 6,24 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,22} = 6807,27 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібний світловий потік всіх ламп, обираємо лампу EUROLAMP A75 20W E27 4000K

- потужність – 20 Вт;
- термін служби – 25000 год;
- тип цоколя – E27;
- температура світла – 4000 К;
- світловий потік – 1700 лм;

Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$N_v = \frac{6807,27}{1700} \approx 4,04.$$

Відхилення фактичного світлового потоку всіх ламп має задовольняти умові $10\% \leq \Phi_{lv} \leq 20\%$ [6]. Даній умові задовольняє кількість ламп $N_v = 4$.

Розрахунок освітлення туалету

Визначаємо площу туалету:

$$S_m = 3,2 \cdot 4,67 = 14,94 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$F_m = \frac{14,94}{2 \cdot (3,2 + 4,67)} = 0,95.$$

Світловий потік всіх ламп дорівнює

$$\Phi_{lm} = \frac{200 \cdot 14,94 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,22} = 16298,18 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібний світловий потік всіх ламп, обираємо лампу ЕВРОСВЕТ 40Вт 4200К (VIS-40-E40)

з такими параметрами:

- термін служби – 25000 год;

- потужність – 40 Вт;
- тип цоколя – E27;
- температура світла – 4500 К;
- світловий потік – 4000 лм;
- напруга живлення 220 В.

$$N_m = \frac{16298,18}{4000} \approx 4,07.$$

Вибираємо кількість ламп $N_g = 4$.

Розрахунок освітлення роздягальні

Визначаємо площу роздягальні:

$$S_z = 1,84 \cdot 2,22 = 4,08 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$F_z = \frac{4,08}{2,25 \cdot (1,84 + 2,22)} = 0,447.$$

Знаючи індекс приміщення, визначаємо коефіцієнт використання світильника $\eta_z = 0,22$.

Світловий потік всіх ламп дорівнює

$$\Phi_{лз} = \frac{200 \cdot 4,08 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,22} = 4450,9 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібний світловий потік всіх ламп, обираємо лампу типу LED 10W 3000K E27 Philips .

Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$N_z = \frac{4450,9}{900} \approx 4,94.$$

Відхилення фактичного світлового потоку всіх ламп має задовольняти умові $10\% \leq \Phi_{лз} \leq 20\%$ [6]. Даній умові задовольняє кількість ламп $N_z = 4$.

Розрахунок освітлення допоміжного приміщення

Визначаємо площу допоміжного приміщення:

$$S_g = 2,56 \cdot 2,68 = 6,8 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$F_g = \frac{6,8}{2 \cdot (2,56 + 2,68)} = 0,65.$$

Світловий потік усіх ламп дорівнює

$$\Phi_{lg} = \frac{50 \cdot 6,8 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,65} = 627,69 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібний світловий потік всіх ламп, обираємо лампу

Enerlight A60 10W 4100K E27

з такими параметрами:

- термін служби – 30000 год;
- потужність – 10 Вт;
- тип цоколя – E27;
- температура світла – 4100 К;
- світловий потік – 900 лм;
- напруга живлення 220 В.

Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$N_g = \frac{627,69}{900} = 0,7.$$

задовольняє кількість ламп $N = 1$

Розрахунок освітлення складське приміщення

Визначаємо площу складського приміщення:

$$S_g = 9,36 \cdot 7,6 = 71,14 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$F_g = \frac{71,14}{2 \cdot (9,36 + 7,6)} = 2,097.$$

Світловий потік усіх ламп дорівнює

$$\Phi_{lg} = \frac{50 \cdot 71,14 \cdot 1,2 \cdot 1}{2,097} = 2035,48 \text{ лм}.$$

Визначивши потрібний світловий потік всіх ламп, обираємо лампу

Lemanso 12W A60 E27 1100LM 6500K з такими параметрами:

- термін служби – 25000 год;
- потужність – 12 Вт;
- тип цоколя – E27;
- світловий потік – 1100 лм;
- напруга живлення 220 В.

Визначаємо необхідну кількість ламп

$$N_g = \frac{2035,48}{1100} = 1,85.$$

Кількість ламп яка задовольняє: 2шт.

Розрахунок повної потужності системи освітлення

Будемо визначати сумарні потужності електро освітлювальних установок з лампами типу ЄВРОСВІТ 40Вт 4200К (VIS-40-E40)

$$P_{1\text{уст}} = N_1 \cdot P_{1л}, \quad (2.5)$$

де N_1 – кількість ламп даного типу, шт, $P_{1л}$ – потужність однієї лампи даного типу, Вт.

У результаті розрахунку було визначено, що потрібна кількість ламп складає $N_1 = 13 \text{ шт.}$

Тоді підставивши чисельні дані, одержимо

$$P_{1\text{уст}} = 13 \cdot 40 = 520 \text{ Вт.}$$

Визначаємо потужність освітлювальних установок з лампами типу EUROLAMP A75 20W E27 4000K

$$P_{2\text{уст}} = N_2 \cdot P_{2л}, \quad (2.6)$$

де N_2 – кількість ламп даного типу, шт, $P_{2л}$ – потужність однієї лампи даного типу, Вт.

У результаті розрахунку було визначено, що потрібна кількість ламп складає $N_2 = 8 \text{ шт.}$

Тоді підставивши чисельні дані, одержимо

$$P_{2\text{уст}} = 8 \cdot 20 = 160 \text{ Вт}.$$

Визначаємо потужність освітлювальних установок з лампами типу LED L-A60 10W E27 4100K 900Lm

$$P_{3\text{уст}} = N_2 \cdot P_{2л}, \quad (2.7)$$

де N_2 – кількість ламп даного типу, шт, $P_{2л}$ – потужність однієї лампи даного типу, Вт.

У результаті розрахунку було визначено, що потрібна кількість ламп складає $N_1 = 8 \text{ шт}$.

Тоді підставивши чисельні дані, одержим

$$P_{3\text{уст}} = 10 \cdot 10 = 100 \text{ Вт}.$$

Визначаємо потужність освітлювальних установок з лампами типу Lemanso 12W A60 E27 1100LM 6500K

$$P_{4\text{уст}} = N_2 \cdot P_{2л}, \quad (2.8)$$

де N_2 – кількість ламп даного типу, шт, $P_{2л}$ – потужність однієї лампи даного типу, Вт.

У результаті розрахунку було визначено, що потрібна кількість ламп складає $N_1 = 2 \text{ шт}$.

Тоді підставивши чисельні дані, одержимо

$$P_{4\text{уст}} = 2 \cdot 12 = 24 \text{ Вт}.$$

Сумарна потужність усіх освітлювальних установок складає

$$P_{\text{св}} = P_{1\text{уст}} + P_{2\text{уст}} + P_{3\text{уст}} + P_{4\text{уст}}.$$

Тоді підставивши чисельні дані, одержимо:

$$P_{\text{св}} = 24 + 100 + 160 + 520 = 804 \text{ Вт} [10]$$

2.3 Характеристики енергоспоживання у житлового будинку

Крім освітлення, у приміщеннях споживається потужність також вентиляція та різноманітними приладами. Перелік даних приладів, які використовуються ще, із зазначенням потужності наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 Навантаження змінного струму

№	Навантаження змінного струму	Потужність, Вт	Час роботи, годин/ тиждень	Споживана ел.енергія, кВт·год/тиждень
1	Система вентиляції	800	168(усереднений)	134,4
2	Освітлення	804	85	68,34
3	Пилосос	850	4	3,4
4	Інкубатор№1	500	124(усереднений)	62
5	Брудер для малечі№1	250	143	35,75
6	Інкубатор№2	400	100(усереднений)	40,0
7	Кондиціонер	800	16	12,80
8	Пральна машина	440	10	4,4
9	Брудер для малечі №1	240	114(усереднений)	27,36
10	Водяний насос	500	35	17,5
11	Машинка для зняття пір'я	550	6	3,3
12	Морозильна камера	500	168	84
13	Холодильник	530	100	53
Всього:				589.25 кВт

Назвавши перелік приладів які використовуються, дізналися середньомісячне споживання електроенергії, яке складає :2357 кВт.

2.4 Характеристики сонячної станції та вибір її обладнання

До складу сонячного комплексу для сільського господарства входить, окрім

сонячних батарей , перетворювач постійного струму в змінний (інвертор) (220В, 50Гц),автоматика , контролери та акумуляторні батареї(АБ). (рис.2.1).

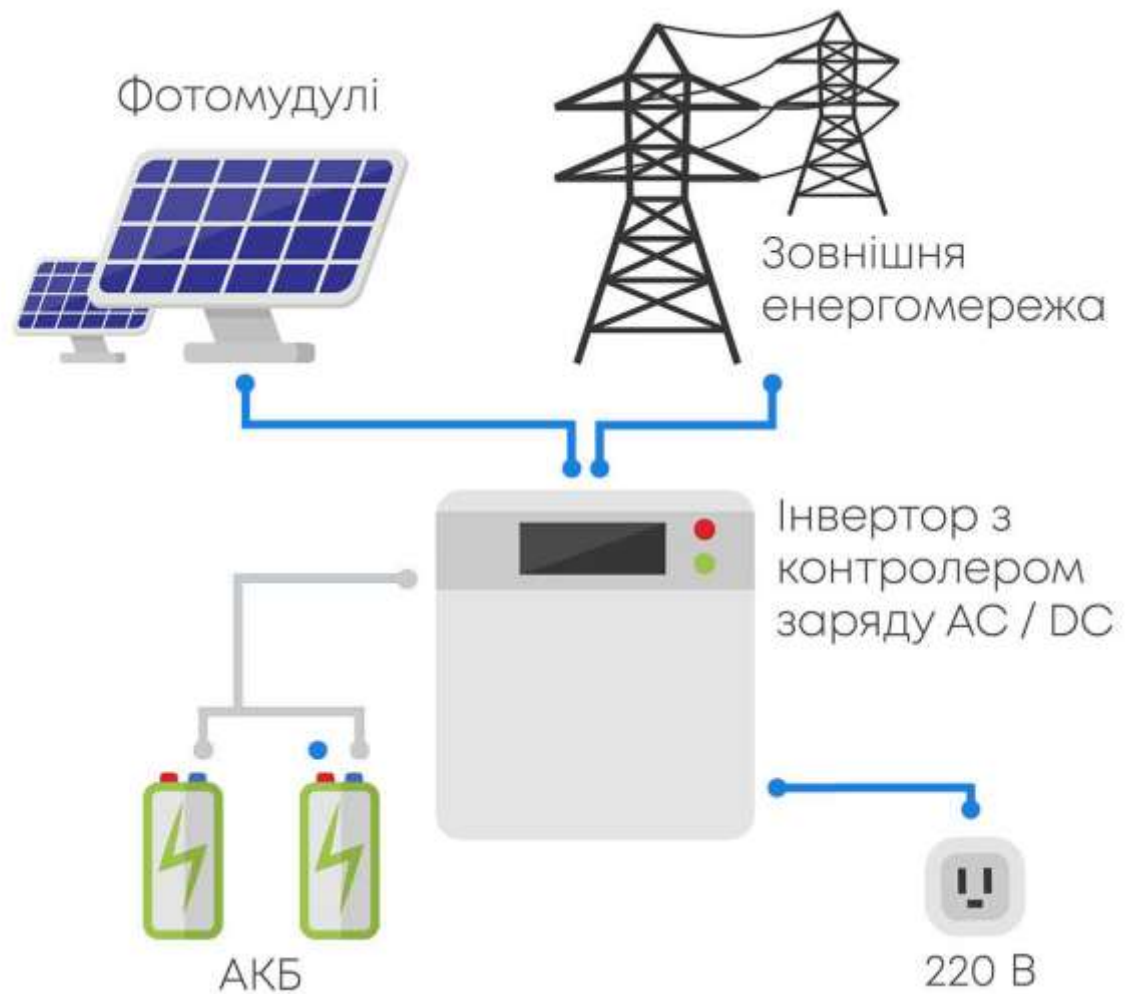


Рисунок 2.1– Обладнання сонячного комплексу.

Основні величини, що визначають роботу всього комплексу:

1. Тривалість безперервної роботи станції (t , години) – при відсутності сонця визначається тільки розмір батареї (АВ) ($A \cdot h$) і залежить від типу навантаження та величини її функції. і режим роботи. Наприклад, 4 повністю заряджені акумулятори ємністю 200 А·год зберігають 7-8 кВт*год енергії, що гарантує 7-8 годин безперервної роботи при постійному навантаженні 1 кВт 2.

2. Вихідна потужність (кВт) Іншим важливим фактором є загальна вихідна потужність змінного струму пристрою у Ватах. Це число визначає максимальне енергетичне навантаження, яке може витримати електростанція. Це означає, що всі пристрої, підключені до електростанції, не можуть перевищувати це значення.

3. Виробництво електроенергії (Вт, кВт·год) визначається фактичним рельєфом місцевості, сонячним випромінюванням і розташуванням СВ і, звичайно, надається за середній період, наприклад, 1 місяць. Оскільки щоденне або більше погодинне виробництво буде випадковим.

2.5 Вибір обладнання

Вибираємо комплект обладнання для сонячної станції загальною потужністю 30 кВт.

Таблиця 2.2 Комплект обладнання для сонячної станції.

Обладнання	Кількість
Сонячна панель Longi LR5-54HPH-415M BF, 415 Вт	72 шт.
Мережевий інвертор типу Huawei Sun 2000 33KTL-A	1 шт.
Конектори типу MC4	12 шт.
Блок автоматики захисту	1 шт.
Кабель постійного струму	240 м.
Кріплення сонячних панелей на дах	комплект
Необхідна площа для встановлення	148 м ²
Шнур живлення	20 м
Стабілізатор напруги	1 шт.



Рисунок 2.2 – Основний комплект обладнання для сонячної станції.

Основні технічні характеристики сонячної електростанції 30 кВт • Потужність сонячного модуля – 30 кВт.

- Потужність інвертора – 33 кВт.
- Потужність панелі – 415Вт.
- Кількість панелей – 72 шт.
- Типи сонячних модулів – моно, PERC, half cell, MBV.
- Місце встановлення – похилий дах або земля.
- Кут нахилу – 30°.
- Напрямок – Південь
- Додаткове навантаження на дах – 23 кг/м2.
- Площа сонячної панелі 148 кв.

Економічні показники електростанції • Капітальні витрати – 18 030 доларів США.

- Річний прибуток – \$5453*.
 - Розмір екотарифу – 0,163 євро/кВт·год.
 - Термін окупності – 3,2 роки
- Продуктивність електростанції • Виробництво електроенергії.

Обсяг енергії на місяць (мінімум) – до 894 кВт/год.

- Виробництво електроенергії.

Обсяг енергії на місяць (максимальний) – до 4470 кВт/год.

- Виробництво електроенергії.

Річне споживання електроенергії - до 34 214 кВт*год

Вироблення електроенергії сонячною станцією 30 кВт за рік

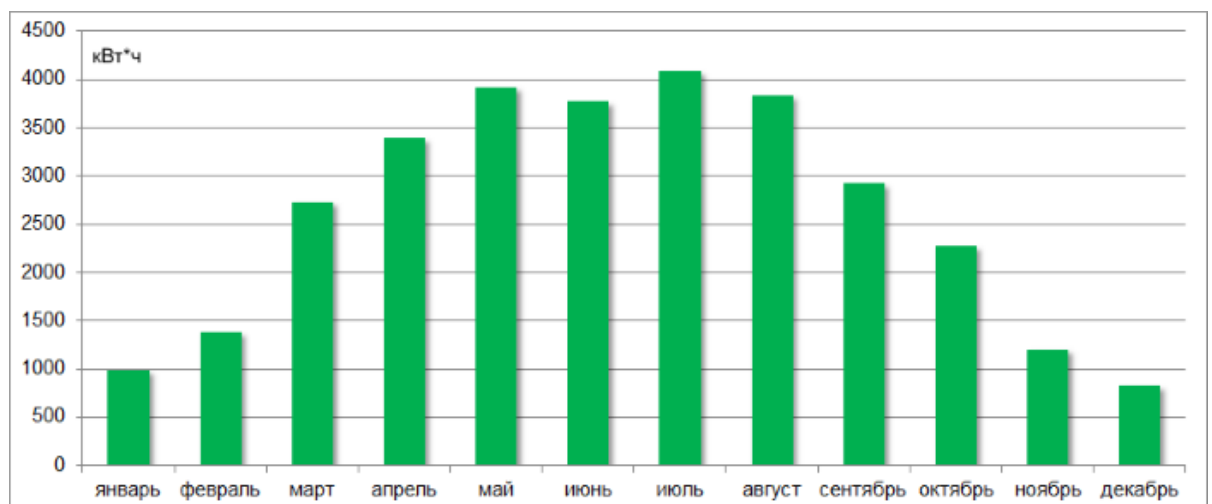


Рисунок 2.3 Вироблення енергії за рік.

Опис і переваги мережевої сонячної електростанції 30 кВт Мережева сонячна електростанція Artesco потужністю 30 кВт — це інноваційне рішення для виробництва та використання електроенергії, виробленої власними силами.

Мережева сонячна електростанція автоматично розпізнає потреби користувача та використовує вироблену енергію для роботи побутової техніки. Якщо немає споживання або потужність сонячної фотоелектричної системи значно нижча, надлишок енергії подається в мережу. Необхідно пам'ятати, що така електростанція може працювати тільки за наявності напруги в зовнішній мережі.

Якщо в зовнішній мережі немає напруги, сонячна система не буде виробляти електроенергію. Закон про зелений тариф дає можливість отримувати прибуток від надлишку електроенергії, яка виробляється та подається в мережу. Це буде додатковим джерелом доходу. Також станція має вихідну потужність 30 кВт, тому її можна розглядати як довгострокову інвестицію.

Solar Module JA Solar є провідним світовим виробником сонячних модулів. За даними Bloomberg New Energy Finance, у третьому кварталі 2017 року компанія посіла п'яте місце в світовому рейтингу виробників Tier 1.

1) Застосовує технологію 5V_V, яка зменшує опір комірки та втрату напруги, підвищує надійність підключення комірки та покращує ефективність модуля.

2) Спеціальне антиблікове та пилонапроникне скло використовується для зменшення погіршення продуктивності, спричиненого брудом і пилом.

3) Складається з кремнієвих елементів класу А. Гарантія на панелі 12 років.

4) Позитивне відхилення потужності панелі від 0 до +5 Вт. ККД полікристалічного модуля становить 16,82%. Сортування панелей за потужністю для підвищення загальної ефективності системи.

5) Захист від впливу ефектів ППД (деградація різниці потенціалів). Чудова продуктивність при середньому та слабкому освітленні.

Інвертори • Вибір інвертора на основі проектних розрахунків і деталей завдання або конкретних умов об'єкта: від 1 трекера MPP до 4 MPPT.

- Внутрішні компоненти інвертора розроблені для тривалої безпроблемної роботи навіть у «важких» умовах.

- Високий ККД до 98,6%.

- Можливість моніторингу роботи інвертора через Інтернет, в тому числі за допомогою мобільних додатків на Android та iOS.

Кріплення Спеціальне кріплення для даху • Високоякісний основний алюміній (сплав AD31T1).

- Легка вага.

- Анодироване покриття для захисту від корозії.

- Універсальність для всіх типів дахів.

- Розрахунковий термін корисного використання конструкції становить не менше 50 років.

2.6 Оптимальний кут нахилу сонячних панелей.

Встановлення сонячних батарей потребує дотримання певних правил. Якщо виконувати всі необхідні рекомендації, то ви не тільки отримуватимете максимальну кількість енергії, але й зможете продовжити термін служби робочої системи. Одним із важливих факторів є кут нахилу.

Щоб отримати максимальну кількість змінного струму від сонячної панелі, потрібно дотримуватися ряду правил:

Дотримуватися оптимального кута нахилу в різні пори року. Тут слід дотримуватись географічної широти регіону. На сонячний модуль має падати найбільша кількість світла, при цьому слід стежити, щоб він не був у затемненні від інших об'єктів, будівель, дерев. Площина з батареями орієнтувати строго перпендикулярно до сонячних променів. Надійно фіксувати конструкції на даху будинку з огляду на можливі погодні умови – сильний вітер, сніг, який може посилити навантаження. Вплинути неправильного встановлення панелі та її кути в різні пори року по відношенню до сонячних променів. По-перше, що найголовніше, неправильний нахил панелі і невелике влучення світла дасть

погану продуктивність струму, в результаті чого ви не зможете покрити всі свої електричні потреби, навіть якщо придбали потужну батарею або відразу кілька. По-друге, знижується ККД самого пристрою, тобто менший ефект у порівнянні з панелями, які працюють на повну.

При правильній установці модуля в зимовий період підвищується природне очищення снігу на даху.

Якщо докладніше, то перпендикулярне розміщення панелі дозволяє уникнути скупчення снігу на 99%. А при зниженні кутів нахилу з 53 до 14 градусів ви зможете помітити очевидну різницю, де сніг залишається на панелях, а де самостійно очищається. Тобто, якщо оптимально до сонячного світла розміщувати панелі і постійно дотримуватися кута нахилу, можна отримати підвищення вироблення енергії до 6%.

Таблиця 2.3 Оптимальне значення кута нахилу

Широта місцевості	Кут нахилу
0-15	15
15-25	Кут нахилу рівний широті
25-30	+/- 5 до широти
30-35	+/- 10 ° до широти
35-40	+/- 15 до широти
Більше 40 °С (Львівська область 50 °С)	+/- 20 ° до широти

Оптимальний кут нахилу. Оскільки положення сонця влітку і взимку різне, експерти рекомендують встановлювати панелі під кутом 90 градусів для вертикального освітлення в теплі місяці, і по діагоналі в холодні місяці.

Однак, якщо у вас немає можливості змінити положення сонячних панелей, вам слід вибрати середній кут нахилу.

Взимку оптимальне значення кута нахилу схилу для кожного місяця теплого періоду наведено в таблиці (2.4) нижче.

Таблиця 2.4 Оптимальне значення кута нахилу

Місяць	Кут нахилу, градуси
Квітень	45
Травень	18
Червень	18
Липень	18
Серпень	27
Вересень	53

Звичайно, самостійно змінювати кут нахилу сонячних панелей щомісяця дуже складно, але експерти на основі регулярних експериментів виявили, що установка батареї під кутом 27 градусів робить її теплішою всі ці місяці, він забезпечує найкращу загальну продуктивність, ніж будь-який інший кут.

Це правило діє, якщо панель стаціонарно кожні півроку.

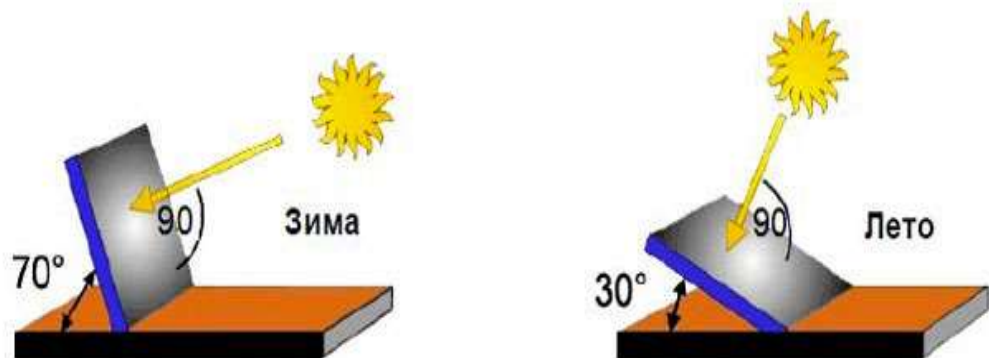


Рисунок.2.4 Кут нахилу сонячних батарей

Є також зимовий індикатор, ідеальний для встановлення модулів на схилах. Дані наведені в таблиці (2.5).

Таблиця.2.5 Показники взимку

Місяць	Кут нахилу, градуси
Жовтень	53
Листопад	90
Грудень	90
Січень	90
Лютий	53
Березень	53

Установка панелей з похибкою 5-10% або можливість зміни курсу сонячних променів на задану величину відхилення не матиме суттєвого впливу на загальну продуктивність і виробництво енергії. Взимку оптимальним значенням є кут 53 градуси.

Якщо встановлювати панелі під таким кутом всю зиму, батарея буде виробляти максимум сумарної енергії, навіть якщо прибирання снігу проводиться регулярно (якщо випадає велика кількість опадів) і немає необхідності змінювати кут нахилу щомісяця.

Міцність і загальна ефективність також залежать від кількості сонячного світла, висоти сонця та швидкості танення снігу з панелей. Фіксований кут нахилу цілий рік. Якщо у вас немає можливості змінювати його щомісяця, і ви хочете встановити сонячні батареї цілий рік, вам все одно потрібно встановити кут нахилу.

Таблиця.2.6 Фіксований кут на весь рік.

Місяць	Кут нахилу, градуси
Жовтень	53
Листопад	90
Грудень	90
Січень	90
Лютий	53
Березень	53

Тут оптимальним значенням став кут нахилу 53 градуси, у якому було зафіксовано найвищі показники генерації енергії. Але, звісно, кут нахилу панелей необхідно міняти хоча б двічі на рік. Орієнтовними датами вважаються дні весняного та осіннього рівнодення. При цьому, навіть якщо ви дотримуватиметеся всіх правил розміщення панелей, потрібно розуміти, що залишається невеликий відсоток похибки з розрахунку на погодні умови, місцеві особливості, а також часткове затемнення модулів, що не завжди можливо проконтролювати.

Щоб позбавити себе таких складнощів, найкраще забезпечити сонячні батареї трекером. Він автоматично з дотриманням всіх вимог (широти, регіону, місяця) регулювати кут нахилу. З його допомогою досягається максимальна потужність, якої не можна досягти при самостійній зміні положення панелей. Однак слід пам'ятати про високу вартість таких установок, яка буде виправдана лише для великих об'єктів.[7]

ВИСНОВКИ

Розроблення системи електропостачання сільськогосподарського підприємства за допомогою сонячної системи електростанції у м. Полтава, є стратегічно важливим кроком, що сприяє підвищенню енергоефективності та зниженню експлуатаційних витрат. Враховуючи зростання цін на традиційні енергоносії та необхідність дотримання екологічних стандартів, інвестиції у відновлювані джерела енергії, такі як сонячні панелі.

Аналітична частина роботи дозволила детально ознайомитися з технологічними процесами сонячної станції, зокрема її особливостями та потребами. Також було проаналізовано потрібні кути нахилу сонця для кращого влучання в сонячні панелі. Вимоги до автоматизації сонячної системи були ретельно вивчені для того, щоб забезпечити відповідність всіми необхідними вимогами та стандартами.

Розрахункова частина роботи включила розрахунок загального обсягу освітлення та енергоспоживання сільськогосподарського підприємства для подальшого вибору необхідного обладнання для встановлення сонячної електростанції.

Отже, можна визначити, що розроблення системи електропостачання сільськогосподарського підприємства за допомогою сонячної системи електростанції великий потенціал для підвищення ефективності та надійності постачання електроенергії для підприємства, що є ключовим фактором у забезпеченні стабільності та подальшої успішності діяльності сільськогосподарського підприємства.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. <https://ekotechnik.in.ua/blog/yak-pravilno-vibrati-sonyachni-batareyi>
2. <https://soncedim.com.ua/blog/vidi-soniachnih-batarei-iak-obrati>
3. <https://www.bsmu.edu.ua/blog/do-problemy-energozberezhennya-v-ukrayini/>
4. <https://svetkomplekt.com.ua/ua/p2114153634-oborudovanie-dlya-solnechnoj.html>
5. <https://krepmetal.ua/uk/sonyachni-batareyi-vzymku/>
6. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник/ М.Й. Бурбело – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 148 с.
7. Інтернет-джерело termico-solar.com
8. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник/ М.Й. Бурбело – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 148 с.
9. Титко Р., Відновлювальні джерела енергії / Р. Титко, В. Калініченко. - Варшава: Вид-во OWG, 2010. – 533с
10. Інтернет-джерело elartu.tntu.edu.ua
11. Щур І. З. Техніко-економічне обґрунтування параметрів сонячної системи для електропостачання окремого об'єкта [Текст] / І. З. Щур, В. І. Климко // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2014. – Вип. 2. – С. 92–100.
12. Сонячні батареї - [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://pidruchniki.com>.
13. Казіміров О. О., Власов К. В., Куртов А. І., Потіхенський А. І. Дослідження можливостей використання сонячної енергії для автономного живлення об'єкту. Збірник наукових праць сил. 2017. № 1 (147). С. 58–61.
14. Сонячна енергетика в Україні - [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://avenston.com>
15. Характеристики сонячних батарей - [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://electricavdome>

ДОДАТКИ

Додаток А

1 TECHNOLOGICAL PART

1.1 Types of energy saving systems

Energy conservation is the implementation of legal, organizational, scientific, production, technical and economic measures aimed at efficient (rational) use (and economical consumption) of fuel and energy resources and at involving renewable energy sources in the economic turnover. Energy conservation is an important task for preserving natural resources

In fact, the very term "energy saving" means reducing the consumption of a certain type of energy or refusing to consume a certain type of energy at all. And modern society is constantly faced with energy saving and environmental issues. The price of energy resources (oil, coal, gas) is regularly rising, and saving and switching to other types of fuel often leads to a deterioration in the environmental situation. However, at the household level, it is quite difficult to see the impact of energy saving on the environment; we can only assess it by the state of our wallet - changes in heating costs, car fuel, etc. But the use of energy-saving technologies can lead to lower energy costs and have a positive impact on the environment. After all, the environmental situation is extremely important to us - everyone wants to breathe fresh air, eat natural foods and drink clean water. However, the modern benefits of civilization leave their mark on the environment, as they all lead to the consumption of different types of energy. Thermal power plants that generate energy for household appliances and industries are constantly harming the environment. The lack of an alternative leads to an even more detrimental impact on the environment. However, a high-quality energy saving project will optimize the use of any type of energy. The choice in favor of environmentally friendly solutions will reduce emissions and increase the efficiency of energy use, including electricity, in the building. Today, there are several ways to improve energy saving, but this issue should be approached responsibly and comprehensively to feel the positive effect. For example, replacing incandescent light bulbs with energy-saving lamps will solve the issue of electricity consumption tenfold.

Switching to "green" electricity (wind power plants, solar power plants, tidal power plants, etc.) will significantly reduce not only consumption but also CO₂ emissions. Energy efficiency also directly depends on the actions of residents of buildings in cities, especially large ones. For example, the use of modern technology and control of resource use will save up to forty percent of energy. The use of efficient technologies will reduce energy consumption, which will affect the production of energy by power plants and allow for less gas to be burned. What is the situation with energy saving in Ukraine?

In Ukraine, the state of implementation of energy saving measures is extremely insufficient, and in old-style housing and communal services it is even critical. The number of household electrical appliances in Ukraine is steadily increasing, and with rising electricity tariffs, the issue of implementing energy-saving measures in everyday life is becoming more and more urgent. Energy conservation does not imply giving up the benefits of civilization or limiting one's own needs, as some people interpret it. On the contrary, reasonable use of electricity allows you to reduce electricity bills by 2-3 times, or to get 2-3 times more benefit from your own electrical appliances without additional costs. The situation is similar with gas consumption for heating and cooking. Inefficient centralized heating systems in residential buildings lead to more than 70% of wasted heat annually, and the term heating season is not only outdated, but also completely inefficient. Heat consumption in this way of heating houses leads to higher prices for both "heat" and gas and electricity. This is due not only to the kilometers of heat carrier pipes, but also to the lack of insulation in buildings, which leads to heat being wasted "into the air."

In 2022, a large energy saving program is to be launched. Its goal is energy independence, which is very important for Ukraine today.

One of the areas of focus will be investing in renewable energy and non-fossil fuels to maximize energy efficiency. Priority will also be given to the use of energy-saving technologies in terms of heat carrier consumption, insulation of buildings with public funds, and the introduction of energy consumption control and energy efficiency systems.

But this issue concerns not only the state level, but also each of us. Understanding the importance of economical use of energy resources and applying energy saving measures at home will significantly reduce out-of-pocket expenses and save money for something more useful for the family budget. Energy saving will not only have a positive impact on the environment and global warming, but will also teach us and our descendants to take care of everything. We must learn not only to take/consume, but also to give back.

1.2 Types of solar panels

Special equipment known as solar panels is used to generate heat and electricity from solar radiation. Sometimes they are called solar panels.

According to the principle of operation, they are divided into:

- photocells
- heat collectors

In the first type, photovoltaic cells, light and infrared rays are immediately converted into electricity. This is possible due to the semiconducting properties of pure silicon and some chemical compounds. When light hits a solar panel cell, a potential difference occurs, and a current is generated through the p-n junction. It is small, no more than 0.6 per cell, regardless of its size. Individual cells connected in series make it possible to increase the output voltage. That's why they are called solar cells - a series of identical cells.

Solar collectors have a liquid coolant that absorbs infrared radiation, heats up, expands, and circulates in a closed system.

They can be served:

- water
- mineral oils
- salt solutions

The coolant either heats water for heating and domestic or industrial needs, or turns the blades of turbines that generate electricity.

1.3 Types of solar panels

The industry produces three main types of solar panels:

1. single crystal
2. polycrystalline
3. thin film

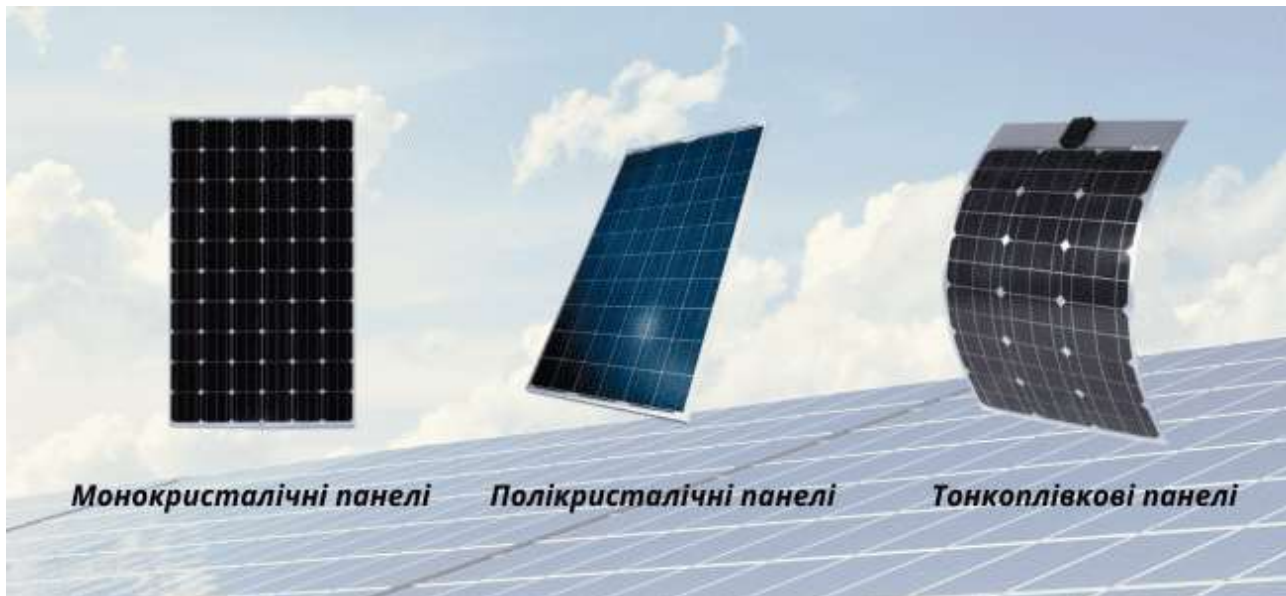


Figure 1.1 - Types of solar panels

The first two use pure silicon with alloying materials sputtered on the outside and a conductive base on the back. Thin-film solar cells can be made of amorphous silicon or other semiconductor materials, as well as additional sputtering. All types require a transparent outer layer of glass or polymers to protect against moisture and mechanical damage.

Solar panels are used in everyday life, for industrial electricity production, and as power cells for spacecraft.

Therefore, they have different requirements:

- effectiveness (efficiency)
- service life
- weight
- cost

In each case, the type of solar panels that is appropriate for installation is chosen based on the ratio of these indicators.

They also take into account:

Temperature coefficient is the dependence of power loss on ambient temperature fluctuations

Size - what area of solar panels you need to have to produce 1 kW of electricity.

Monocrystalline solar cells are the most expensive, with the highest weight, but they have high efficiency (up to 25%), the smallest area for producing 1 kW (up to 8 m²), and the longest service life (20-25 years) with low power losses due to temperature and time.



Figure 1.2 production of solar batteries

Thin-film ones are cheap and lightweight, with a slightly larger single crystal working area, but they have a warranty period of less than 3 years and are very dependent on weather conditions.

Polycrystalline solar panels require several times the area of monocrystals and films to produce 1 kW, but in other respects they are not much inferior to monocrystalline solar cells, and are ten times better than film.

- Photovoltaic cells for thin-film solar cells are produced using
- amorphous silicon
 - indium diselenide and copper
 - cadmium telluride

To create p-n junctions, semiconductor materials are doped with phosphorus, gallium, or sulfur. Molybdenum sputtering, zinc, tin, or gallium oxides are used as anodes. The cathode (current collector) is metal plates. It is more difficult to get electricity from collector-type solar panels, and their efficiency in terrestrial conditions can reach 25-35%. While it is enough to heat the coolant to 100°C for heating and

water supply, turbines require superheated steam with a temperature of 350-500°C and a pressure of 15 MPa. To do this, "solar towers" are built and mirrors are placed around them to concentrate the reflected sunlight on a small receiver area. Or they use the latest development: parabolic concentrators with a Stirling engine. They are relatively small in size and can move, putting the reflective surfaces in the best position relative to the sun throughout the day.

The difference between monocrystalline and polycrystalline panels

First, we note that both types of panels are manufactured using the same technology, which has already become a classic. Silicon photovoltaic cells are assembled into a crystalline module. The modules are connected using special wires. Thanks to a variety of fasteners and frames, such panels can be placed on any surface.

Monocrystalline solar panels consist of silicon photovoltaic modules (monocrystals) that are assembled into a single panel. A fiberglass casing protects the battery from external influences.

Polycrystalline batteries are made of the same silicon, but in a less labor-intensive way. Their structure is slightly grainy, which slightly reduces efficiency. The case is aluminum, which provides protection and durability of the panel.

The appearance of solar panels

Monocrystalline and polycrystalline batteries differ slightly in appearance. The former have a uniform color and rounded corners. The latter are square in shape and have a heterogeneous structure (due to different crystal sizes and impurities).

Monocrystalline ones have high performance and take up less space. Polycrystalline ones require more space.

Efficiency of solar panels

You should choose between types of solar panels based on efficiency.

The efficiency level of single-crystal pallets is 23%, polycrystalline pallets - 18%. For comparison, the efficiency of thin-film models is about 13%.

Working conditions

Single crystals are more versatile. For example, they are suitable for sub-zero temperatures and direct sunlight. Polycrystalline - designed for diffused light, for

example, for cloudy weather or the off-season. Degradation Monocrystalline and polycrystalline solar panels become less powerful over time. Monocrystalline ones degrade a little faster. Approximately 0.4% over the course of a year.

It is more difficult to produce single-crystal panels, so they are more expensive. by about 10%.

Film panels

Thus, the panels are the cheapest among other types of solar panels. Their efficiency ranges from 9.5 to 19.9%.

Other characteristics of film panels:

- flexibility;
- increased performance in ambient light;
- The cost of production is lower than that of crystalline;
- Enormous installation areas are required to increase efficiency.

The use of different types of solar panels in households and industry.

Taking into account all factors and requirements, monocrystalline or thin-film solar panels are used to provide electricity to individual households. In industrial solar power plants, it is advisable to install polycrystalline solar panels. In space, polycrystalline solar panels are also used, but their silicon purity reaches 99.999%. They are produced using a sophisticated multilayer coating technology that allows converting solar radiation of different frequencies into electricity. This brings the efficiency up to an incredible 40%, which is still impossible to obtain in terrestrial conditions.

Generating electricity from light using flat solar panels at large power plants and in households is profitable even in temperate latitudes. This has been proven by the experience of Denmark and Germany. And in the hottest regions of the world, solar collectors have greater potential. They are already operating in California (USA), Mexico, Spain, Morocco, Egypt, and other southern countries, as they have the highest number of sunny days and the highest average annual temperatures. In addition, most countries allow the sale of surplus energy at special "green tariffs".

Recently, a very interesting and promising hybrid of solar panels has appeared - Smartflower. It looks like a huge sunflower. The size of the petals is up to 10 meters, the servo motor turns them in the sun and adjusts the angle of inclination. And during strong winds, at night or in the rain, the unit automatically folds the work surfaces and lowers them to a safe position. The declared power is 3.2 kWh, and it is possible to obtain from 3200 to 6400 kW per year, depending on the climate. "The Solar Flower is already in massive demand in Europe and the United States.

1.4 Green tariff in Ukraine

A feed-in tariff is a mechanism that allows selling excess electricity generated from alternative sources to an energy supply company (Oblenergo) in accordance with a resolution of the National Commission of Ukraine.

A household consumer has the right to install within his/her private household a generating unit (generating units) designed to convert energy from solar and/or wind energy into electricity with a total installed capacity of 30 kW, which does not exceed the capacity in accordance with the Law of Ukraine "On the Electricity Market" and the permitted capacity in accordance with the consumer's agreement on the provision of electricity distribution (transmission) services and to sell the generated electricity on the basis of a power purchase agreement.

A green tariff is a special tariff at which the state buys electricity from individuals and corporations. It is valid until 2030 and applies only to energy from alternative sources. Solar energy is considered the most widespread and popular. By selling it, you get a stable passive income. Rates are decreasing over time, so you should connect to the feed-in tariff as early as possible.

By purchasing solar panels at a feed-in tariff, individuals and legal entities also contribute to solving other pressing problems:

- Reducing greenhouse gas emissions by reducing dependence on fossil fuels. All of this helps to reduce the amount of damage done to the environment.
- Diversification of the energy portfolio. Diversity of energy sources ensures a more sustainable and reliable energy system.

All about the "green" tariff for individuals and corporations: program features

Developed countries are actively promoting the transition to various renewable energy sources. Ukraine has also joined the global energy-saving trends. The existing program is designed to encourage the development of new ways to generate electricity. "The feed-in tariff is a convenient option for those who want not only to ensure their energy independence but also to make money from the profitable sale of electricity. Solar power plants pay for themselves relatively quickly (5-7 years), after which they begin to generate income through the sale of energy from renewable sources.

Limits and price of the "green tariff" for electricity

It should be noted that under the current limits, individuals can install equipment with a capacity of up to 30 kW. For legal entities, there are no restrictions on the capacity of solar power plants: the state guarantees the purchase of the generated energy in full.

The government has also set the price of a kilowatt under the green tariff for private households at 16 euro cents (provided the plant is commissioned by 2025).

For commercial enterprises, the cost of 1 kWh of energy for ground-based stations is 15 euro cents, and for rooftop stations - 16.4 euro cents.

The validity period for feed-in tariffs in Ukraine

According to the current legislation, the feed-in tariff rates in Ukraine will be valid until December 31, 2029. And starting from January 1, 2030, various mechanisms for selling or offsetting electricity are possible, which have already been adopted or will be approved in the future.

It is worth noting that today, owners of hybrid power plants can also sell excess energy to their supplier at a contractual price. This is provided for by Resolution 847 of the NEURC of May 9, 2023.

Profit from "green" energy

"The feed-in tariff is your opportunity to make a profit from the sale of electricity, the amount of which depends on the following factors:

- A type of solar power plant. On-grid equipment pays for itself faster than hybrid installations.

- The capacity of the plant. The higher this indicator is, the more electricity will be generated, and thus, the higher the revenue will be.

- Consumption. With relatively low consumption, more energy will be sold under the feed-in tariff. This has a positive impact on the profit from electricity generation.

- Placement of solar panels. To generate a lot of electricity, the surface of the panels must receive as much solar energy as possible. To achieve this, experts take into account many nuances, including the angle of the panels depending on their geographical location.

- Maintenance. With regular and proper maintenance, solar power plants will operate not only for a long time but also with maximum efficiency. This has a positive effect on the service life of all components of the power plant.

An operating solar power plant under the feed-in tariff brings its owner a monthly income. Payments for the energy provided are usually made by the 15th of the following month.

Registration of the "green" tariff

"Any individual or legal entity can apply for a feed-in tariff. A person who does not have a valid electricity supply agreement may be refused a feed-in tariff agreement.

Once you understand what green energy is, you can apply for a tariff for your facility. This process involves several stages:

- First, you need to find out the power connected to your household/facility. You can do this by contacting your universal service provider. Also, the connected capacity is indicated in the connection agreement.

- If you need to increase the supplied capacity, you need to submit an application to the distribution system operator using the appropriate form. The operator will prepare the technical specifications and the grid connection agreement within 10 days after the application is submitted. If approval of the technical specifications and terms of the agreement is required, the deadline may be extended up to 20 days. Next, project documentation is developed and approved, and the relevant construction or reconstruction of internal power grids is carried out with their commissioning. At the

end of the procedure, it is necessary to renegotiate the electricity distribution agreement.

Once the power shortage is resolved, the construction of the solar plant should begin. This stage usually involves the selection and installation of solar panels, inverters, mounting systems, and other components.

- After building a solar power plant under the feed-in tariff, you need to submit the relevant documents to your universal service provider. They should include the technical characteristics of the plant and information about the supplied power.

- The last step is to draw up a feed-in tariff purchase and sale agreement. This should be done at Oblenergo. To do this, you need to provide specialists with documents confirming the presence of a solar power plant and its technical characteristics.

In order to conclude the contract, the company that installs the solar power plant must provide you with invoices, equipment passports, and a single-line connection diagram.

The average period of connection to the feed-in tariff is 30 days.

Updated conditions for temporary connection of electrical installations

Following the introduction of martial law in Ukraine, the conditions for the temporary connection of electrical installations have changed. Currently, the distribution system and the methodology for charging for connection to the transmission and distribution systems are regulated by a resolution adopted on March 26, 2022. Distribution system operators may provide services to electrical installations intended for electricity consumption only on a temporary basis. Provided that the customer complies with the resolution, the operator has no right to refuse to connect to the distribution system. Moreover, the connection service is provided free of charge.

It should be noted that within six months after the lifting/termination of martial law, all temporarily connected electrical installations must be re-registered in accordance with the Distribution Systems Code.

Peculiarities of connecting a commercial enterprise to the feed-in tariff

The state has approved the procedure for connecting and licensing legal entities that aim to become a "donor" of alternative energy. The following stages are envisaged:

Purchase of equipment that meets the requirements.

Installation of a solar power plant.

Obtaining a license from a universal service provider.

Obtaining an expert opinion on the conformity of the equipment.

- Approval of the tariff and conclusion of an agreement with Energorynok, which represents the interests of the state.

Types of solar power plants under the "green" tariff and their features

If you are interested in selling excess electricity, you need to choose the right solar power plant. Let's consider the key features and nuances of the equipment.

To earn money through the "green" tariff, solar panels are installed on the roof or on the ground. Among the different types of stations, the best option is a grid-tie station, which does not have a battery. Electricity is immediately returned to the grid at a favorable rate, rather than being stored in batteries.

An important nuance of the devices is the fact that they can only work when connected to general power grids. This is a key feature of network-type equipment, as it does not have rechargeable batteries. That is, there is no accumulation of electricity.

On-grid solar power plants can be installed both on the roof of a building and on a special ground structure. This makes it possible to use this type of equipment at various facilities, including country houses, summer cottages, agricultural enterprises, offices, warehouses, etc.

If you need not only to earn money from the feed-in tariff but also to cover your own electricity needs, choose a hybrid type of solar station.

This way, you can use the generated energy to supply your household or organization and sell the surplus.

Equipment with standard equipment can be used for the green tariff. These are the following components:

Photovoltaic panels are energy-generating devices designed to convert solar energy into electricity.

- An inverter is a key device in a system that converts direct current into alternating current.

- A battery and a charge controller - these components are required exclusively for a hybrid type of SPP. The first one accumulates energy, and the second one is needed to protect the battery from excessive charge.

A set of fasteners is elements and parts of a metal structure used to securely fix PV panels on the roof or ground.

1.5 Description of the structure and main equipment

A solar panel is a collection of photovoltaic cells that convert the sun's energy into a direct electric current. Below is a description of the composition, structure, and materials used to make solar cells to ensure their efficient and reliable operation.

Principle of operation and structure of solar panels manufacturing

To understand what solar panels are made of, let's first consider what they consist of and how they work.

A solar panel works on the principle of the photoelectric effect, in which light interacts with matter and the energy of photons is transferred to the electrons of matter. In other words, the panel is a photovoltaic generator that converts the sun's energy into direct current (DC) electricity.

Solar panels consist of many small units called photovoltaic cells. They are made of semiconductor materials: they consist of positive and negative layers that together create an electric field. But a single photovoltaic cell does not produce enough electricity. Therefore, several photovoltaic cells mounted on a support frame and electrically connected to each other form a photovoltaic module or solar panel.

The panel has the following structure:

- The top layer is a glass plate;
- in the middle - between two layers of sealing material are solar cells;
- the bottom layer is glass or film to protect it from weathering.

Solar panels are usually fastened with an aluminum frame and have an output/input junction box, so they can be easily combined into an array.

Solar cells for solar panels: classification and materials

A solar panel consists of solar cells, which are electronic devices that convert incident light into electricity. Several combined converters enclosed in a frame form a solar cell.

Solar cells are classified as follows:

- by the intensity of light absorption - single and concentrating;
- by crystal composition - mono-, poly-, multi-, micro- and nanocrystalline;
- thickness - thin-film and thick-film;
- by the chemical composition of the material - mixed and silicon-based semiconductors.

The most common material used to make solar cells is crystalline silicon:

Monocrystalline silicon cells (c-Si) are made from 0.3 mm thick silicon wafers. Doping with donor and acceptor impurities improves anti-reflective properties, provides textured surfaces and creates ohmic contacts - solid on the back and lattice on the front. They have high efficiency - on average, it is 22%, with a record high of 24.7%. The disadvantages include the high price.

Multi- and polycrystalline solar cells (mc-Si) are made from low-purity silicon ingots. It is slightly cheaper, but the average efficiency of panels based on it does not exceed 18%. One way to reduce production costs is to reduce the cost of the material.

Thin-film solar cells are made of amorphous silicon (a-Si). Amorphous silicon is deposited on various flexible substrates, so that solar cells can be used on relief surfaces. They have a low cost with relatively high efficiency and are one of the most environmentally friendly technologies. Their main disadvantage is severe degradation under the influence of solar radiation and a decrease in efficiency.

Solar cells based on crystalline silicon are the most widely used around the world, with their production now accounting for about 90%. Global manufacturers of photovoltaic products are constantly improving their technologies, improving the quality of materials and production processes.

What solar panels are made of: promising materials

Other materials used to make solar panels:

- semiconductor compounds of elements of groups III and V of A3B5 periodic

systems - they have ideal photovoltaic characteristics and high efficiency, but they have the highest price;

- Cadmium telluride (CdTe) - can be used in the form of thin films and has broad prospects for technology improvement, the disadvantages include its toxicity and difficulties with disposal;

multicomponent semiconductor compounds – provide excellent photovoltaic properties and have the greatest potential for further development. However, there is no single technology for industrial implementation yet;

- panels made of organic materials - they are produced using leading ones, organic polymers, they can be transparent, lightweight, flexible and thin;
- genetically engineered bacterium is a living organism that uses a dye for converting light into energy, used in low light conditions. This technology still requires improvements and additional research.

A solar power plant for a private house with a hybrid inverter and batteries is an effective engineering solution for providing power to household and computer equipment in the event of a power outage from the mains.

Advantages of using an autonomous solar power plant

Constant power supply. To ensure complete autonomy of your home's power supply, we recommend buying a solar power plant with a battery energy storage system. A hybrid inverter and batteries allow you to effectively manage energy production and consumption, ensuring uninterrupted power supply at any time of the day.

Savings on electricity bills. The use of free solar energy reduces dependence on public and commercial sources of electricity, allows you not to think about constantly rising tariffs and saves on electricity bills.

Environmental sustainability. The solar hybrid power plant kit does not emit harmful emissions into the atmosphere and does not use non-renewable natural resources for its production.

The principle of operation of a solar power plant in a package

Solar panels installed on the roof of a building or on special structures convert solar radiation into direct current (DC).

The hybrid inverter converts the direct current (DC) generated by the solar panels into alternating current (AC), which is used in the electrical systems of the house. The hybrid inverter also manages the grid connection and battery charging.

Batteries. During periods when the solar power plant for the house produces more energy than consumers need, the excess energy is sent to charge the batteries. At night and during periods when the solar panels do not produce enough energy, the inverter switches power to the batteries.

The intelligent control system optimizes the distribution and use of electricity and manages the charging and discharging of batteries.

Composition of the solar power plant kit

Monocrystalline solar panels LP Longi Solar Half-Cell 550W - 8 pcs.

A mini solar power plant for a summer cottage and a house consists of 8 solar panels with a capacity of 550 watts each. The maximum power that a solar power plant can produce per hour under optimal conditions is 3.42 kW. The actual power output of a set of solar panels for a house varies depending on the time of day, cloud cover, the angle of inclination of the solar panels, and other factors.

Solar panels (monocrystals) are installed on the roof or ground using special structures at a certain angle. The high conversion factor (22.7%) of solar energy into electricity allows the solar panel to generate more energy per unit of solar radiation.

Hybrid solar inverter (UPS) LogicPower LPW-HY-4000VA (4000W)

24V - 1 pc.

Solar power sets with a hybrid inverter are an effective solution for autonomous power supply to a home or office. The use

of a hybrid inverter (UPS with MPPT) can increase the efficiency of solar panels by up to 30%.

The LPW-HY-4000VA (4000W) 24V model is equipped with an intelligent microprocessor control system that ensures stable operation of the system at any temperature, humidity and weather conditions with an efficiency of 98%.

A hybrid UPS with a regular sine wave is capable of automatically controlling electrical power sources:

- solar panels;
- common power supply network;
- rechargeable batteries.

The inverter with an intelligent control board allows users to optimize consumption and significantly reduce energy costs.

The capabilities of the hybrid inverter allow the power plant to be connected to the Green Tariff program to sell surplus electricity to the state.

Gel battery LPM-GL 12V - 150 Ah - 2 pcs.

The budget solar power plant is equipped with 2 Gel batteries with a capacity of 150 ampere/hour each.

The gel battery for solar panels can withstand long-term discharge, cyclic discharge, deep discharge, and high currents. Batteries of this type have reliable self-protection against over-discharge and over-charge.

When choosing a battery for a solar panel, we took into account the charge/discharge cycle life (1200*), which allows the battery to operate for an average of 7-8 years.

The battery can be installed in residential areas. The viscous structure of the electrolyte and the complete tightness of the case prevent acid leakage and guarantee the absence of harmful fumes.

Characteristics of the facility in terms of energy consumption in winter and summer

Solar panels do not depend on air temperature, but on the amount of sunlight. Frost and sun do not happen every day in the cold season, and solar panels produce less energy on cloudy days. But it is very rare that a battery does not fully charge during a

whole winter day. The main condition for this level of efficiency is a properly designed solar power plant system.

What reduces the performance of solar panels in winter

However, in total, a solar panel generates less energy in winter than in summer.

This is due to the following factors:

- short day length. This is logical, less light means less energy. In summer, the batteries are charged for 12 hours, while in winter the maximum performance does not exceed 2.5-3 hours;
- the extended path of the rays through the atmosphere. In a vacuum, light does not scatter, but in a dense air environment it does, in winter the angle of inclination of the photon flux increases, the path through the atmosphere increases 4-5 times;
- the factor of geographical latitude. In the northern regions, this affects generation. Small solar power plants are shut down and not used in winter because of their low efficiency, but this is not the case in Ukraine. In our area, you can make a profit from solar stations at any time of the year.

Proper operation and care in cold conditions

To maximize the efficiency of solar panels in winter, you need to change the angle of the structure to suit the season. In winter, the angle decreases, the rays do not hit perpendicularly. Some consumers install the batteries in a universal position, but the highest efficiency will not be obtained either in winter or summer. But a certain average output will be obtained.

Changing the angle of inclination as the seasons change is more troublesome, but also more profitable. The winter installation angle of the panels is 10-15 degrees to maximize the efficiency of capturing the oblique rays of the low-lying sun. If the area is used to heavy snowfall, the panels are installed vertically to avoid snow sticking. It is necessary to keep the panels clean and be sure to remove snow from them. But it is better to leave snow around the panels. Firstly, as we have already mentioned, solar stations work more efficiently at low temperatures and the surrounding snow provides additional cooling. And secondly, the surrounding snow will additionally reflect light, which will increase the efficiency of the solar panel in winter.

Operation of solar panels in winter

The demand for solar panels in Ukraine is growing, and SPPs are operating in the winter season:

- The length of daylight hours directly affects the efficiency of a solar panel in winter, but by using innovative inverters and an electric energy storage system, you can get enough solar energy even in winter;
- Also, by using additional equipment, you will increase the efficiency of battery use in winter;
- summer efficiency of solar panels is the highest, while the efficiency of solar panels in winter is lower. Statistical studies show that the operation of SPPs in the off-season shows the highest efficiency, given the efficiency of converting green energy into electricity;

Proper installation and additional equipment will help you get enough energy for your needs and profit all year round.

Increasing the efficiency of solar panels

To ensure sufficient performance of solar panels in frosty and cloudy weather, a battery is used. In winter, solar panels will accumulate and store the energy received in the last hours or days.

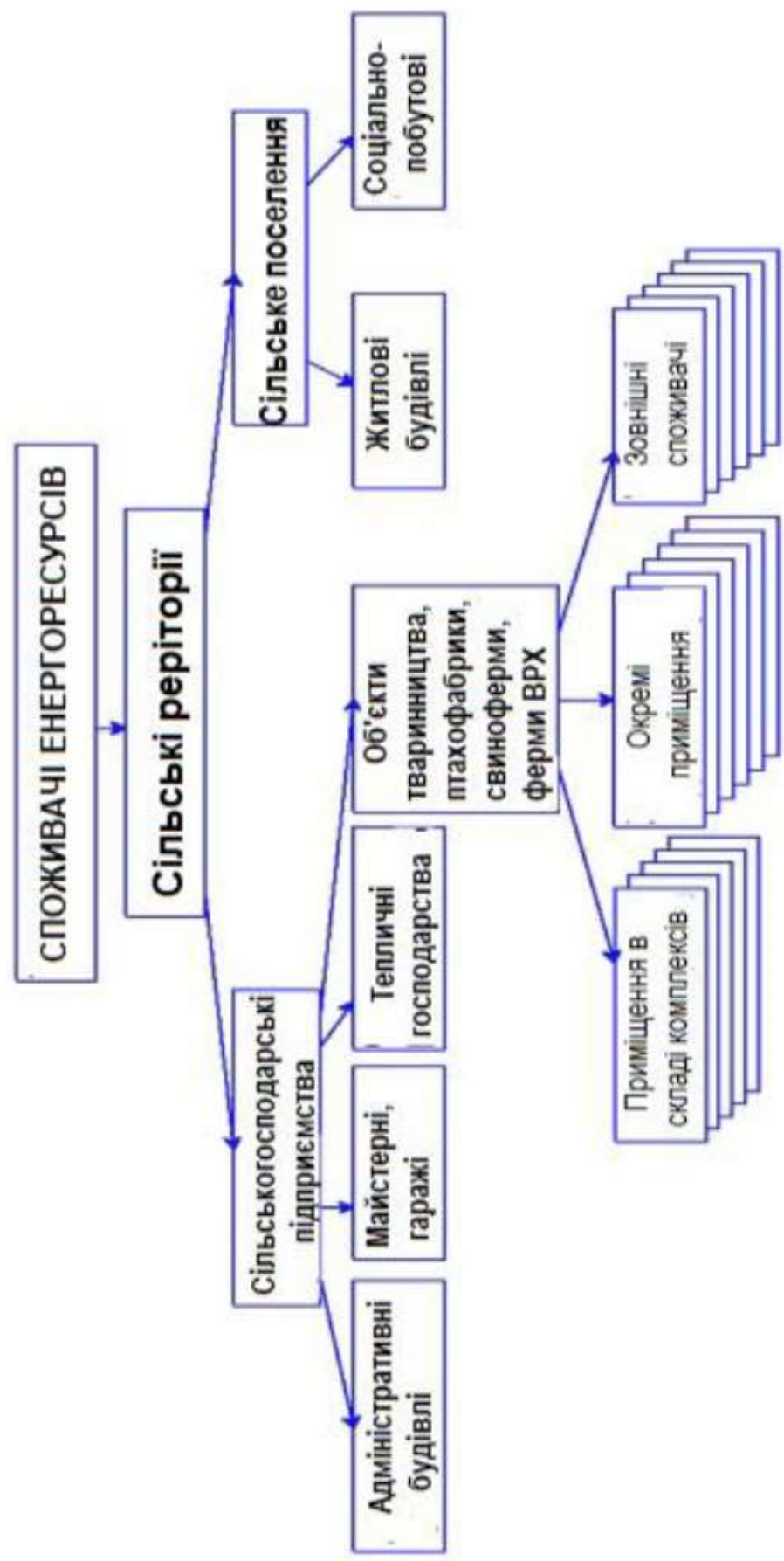
However, be careful, in winter there is an increased risk of a short circuit or battery failure, so a controller is also required:

- PWM. A device with pulse width modulation;
- MPPT. The device monitors the maximum power point. The MPPT type controller monitors the increase in current and does not allow the panel to decrease in power. Even in winter, the device maintains the optimal load throughout the entire time.

We also repeat that the angle of inclination is important. During heavy snowfalls, it is best to place the panels at an almost right angle. Also, the solar panel needs to be cleaned in winter:

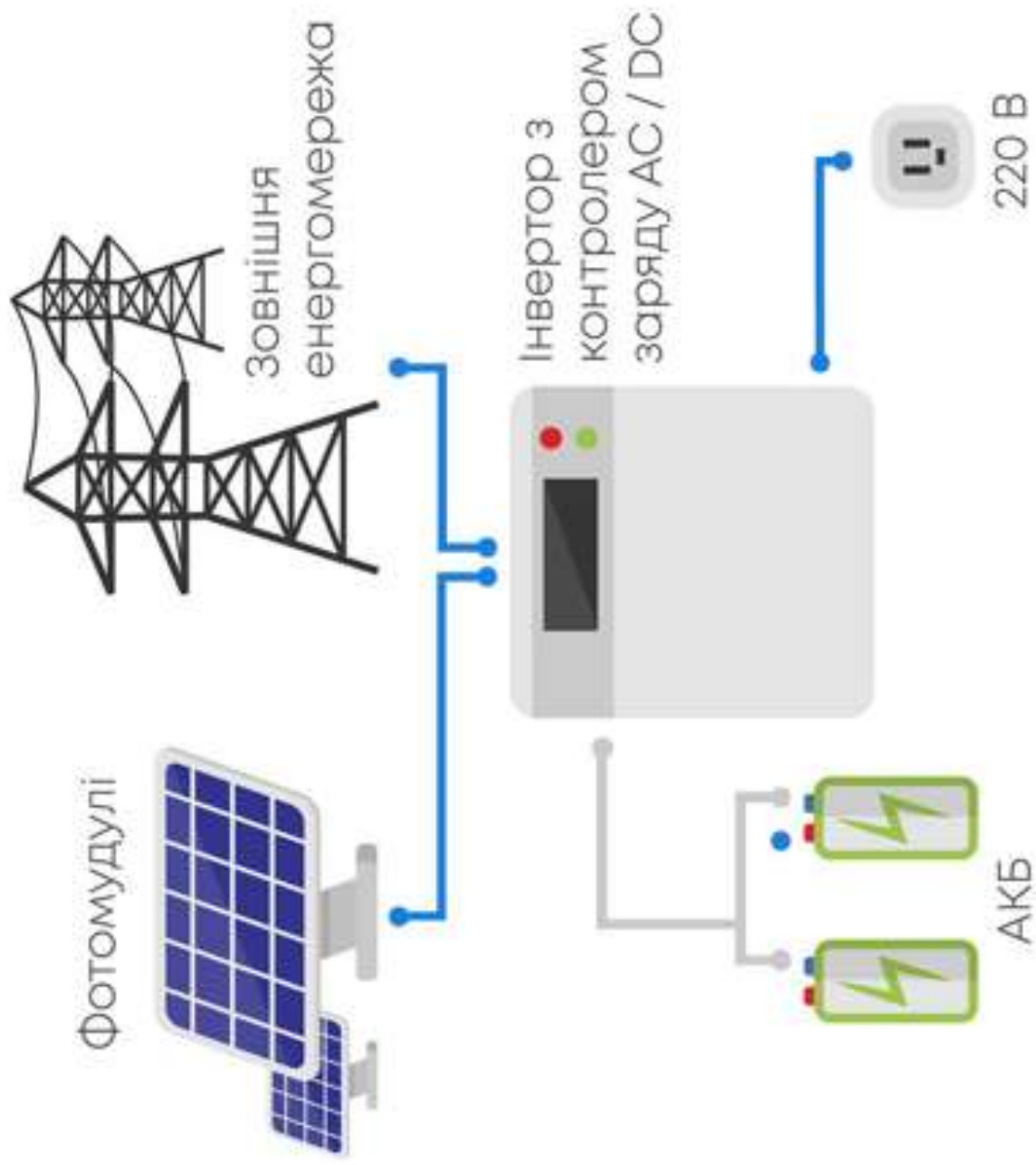
- The snow is washed off with water from a hose if the air temperature is not too low (so that the water does not freeze).

Класифікація енергоспоживачів сільських територій

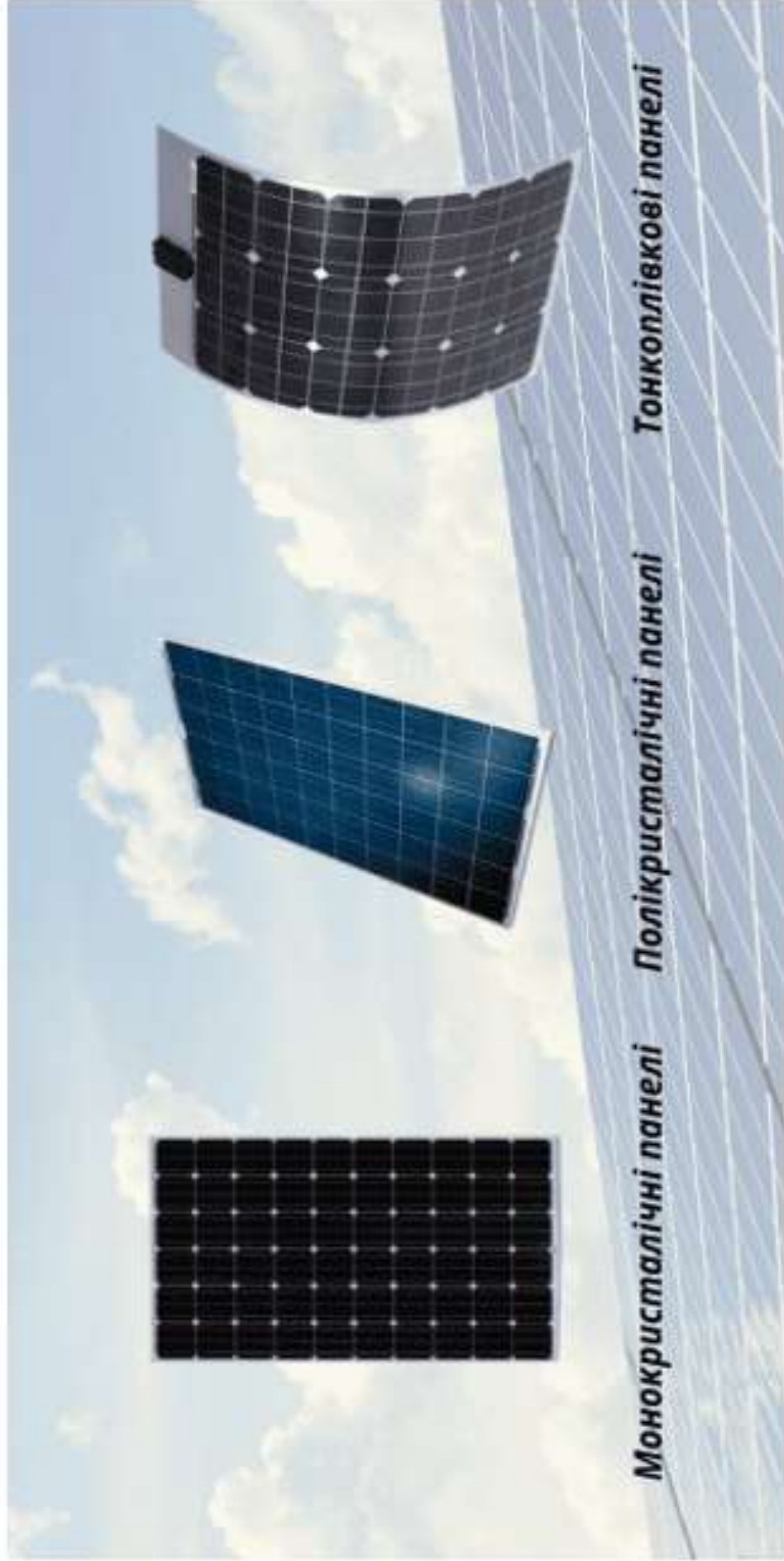


Обладнання сонячного комплексу

3



ТИПИ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ



Основний комплект обладнання для сонячної станції

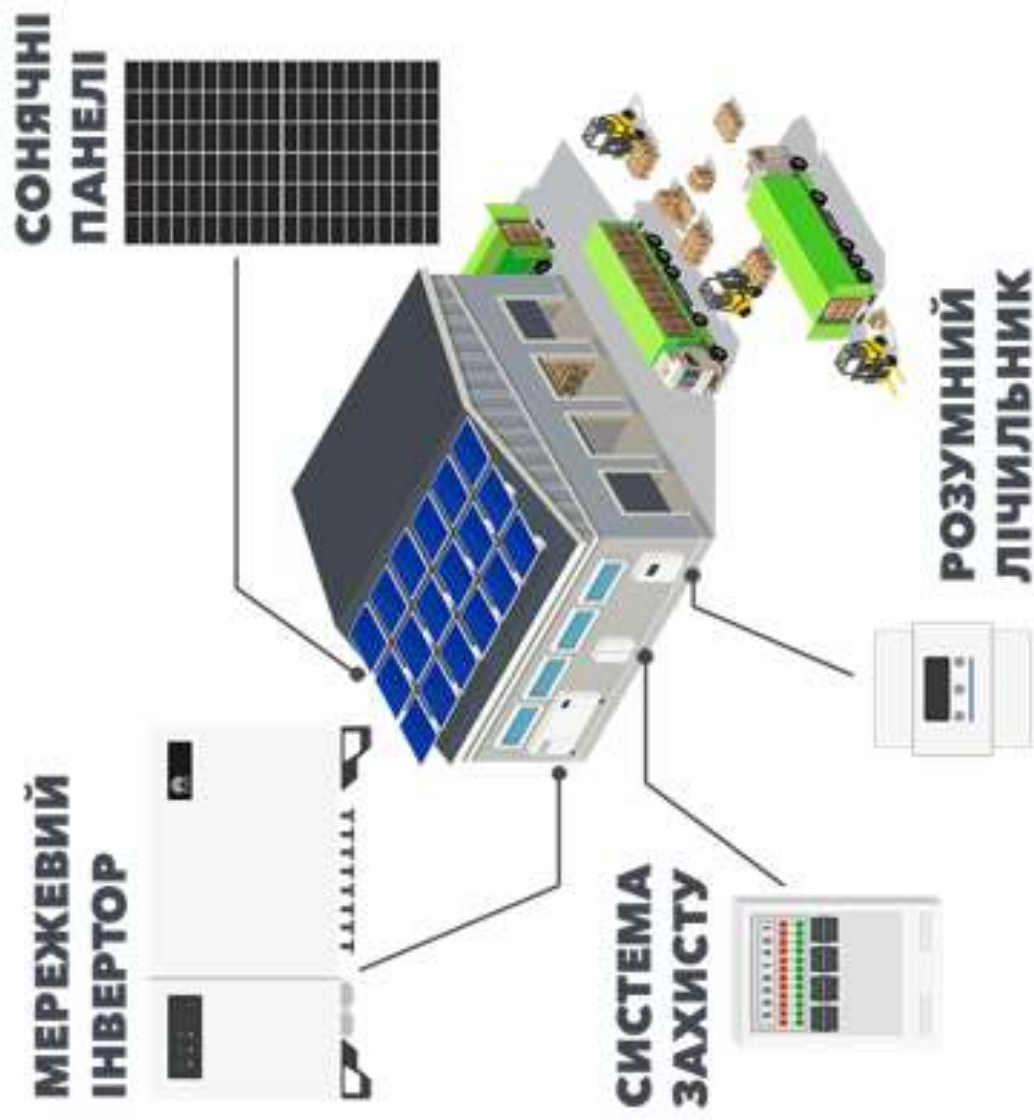
5

Товар	Модель	Кількість
Сонячна панель	Longi Solar LR5-72HTH-580M (580Вт, монокристал, Half-Cell, HPBC, 9 bb, Tier 1, 12 років гарантії)	350 шт.
Мережвий інвертор	Huawei Sun 2000-100KTL-M2 (Китай, 10 МРРТ трекери, 10 років гарантії)	2 шт.
Система кріплення алюмінієвого профілю	Цинкова рейка, з'єднувач, шпилька, болт Т-подібний із гайкою, прижим міжпанельний і Z-подібний	350 шт.
Обмежувач генерації	Janitza UMG 103-SBM	1 шт.
Кабель сонячний	Соларний кабель 6 мм розрив	2200 м.
Кабель силовий	ВВГ 4*50	30 м.
АС/ДС захист	Автомат, запобіжники, ОПН, щитова	1 шт.
Витрат матеріали	Стяжки, гофри, конектори та розхідні матеріали + короб оцинкований	1 шт.



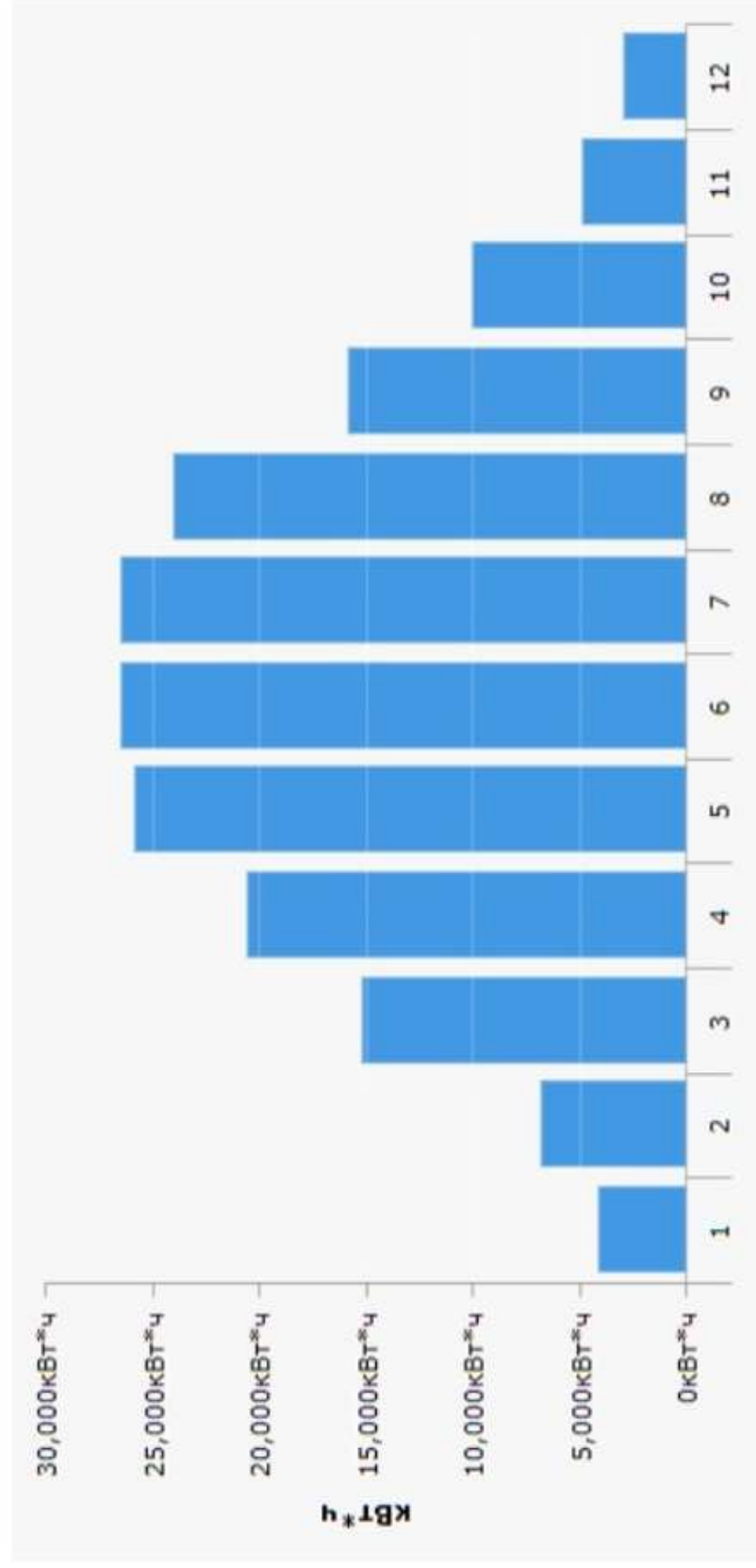
Мережева сонячна станція

6

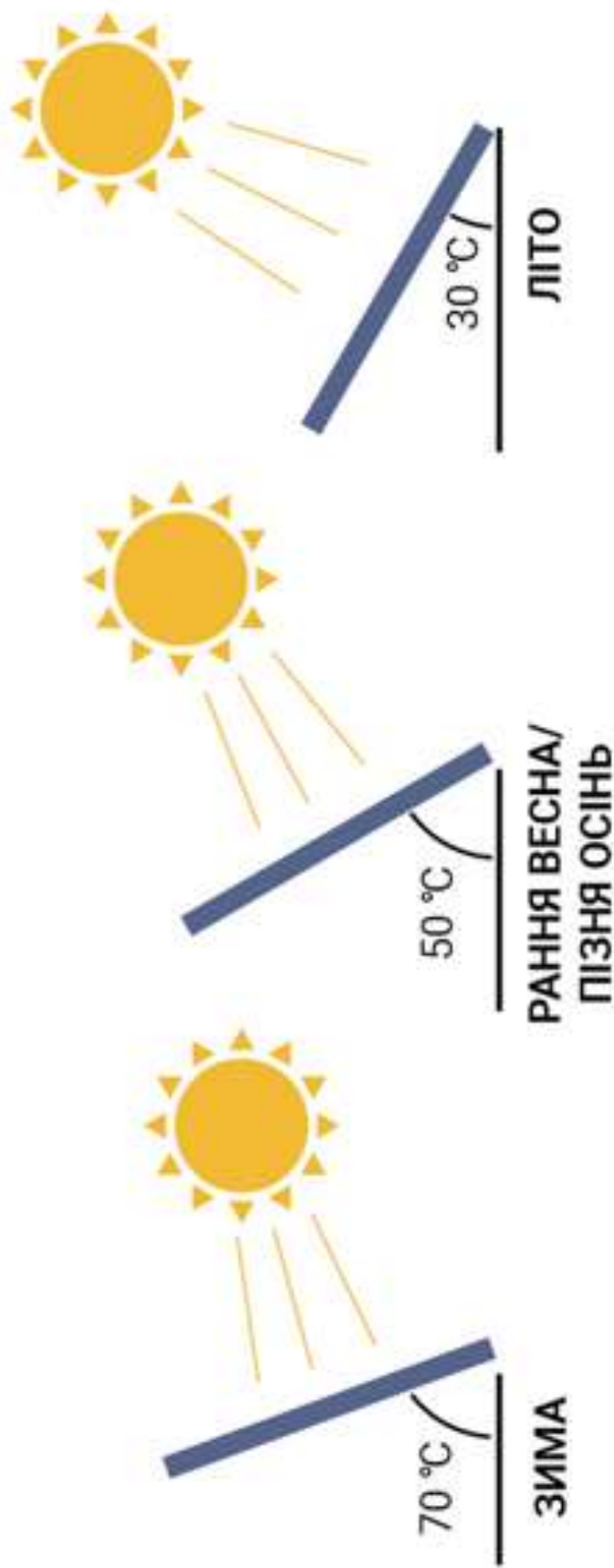


Генерація станції

Річна генерація такої станції становить 170 МВт.
Основна частина генерації припадає саме на весняно-літній період.
Протягом року графік генерації такий:



ОПТИМАЛЬНИЙ КУТ НАХИЛУ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ



Установка панелей з похибкою 5-10% або можливість зміни курсу сонячних променів на задану величину відхилення не матиме суттєвого впливу на загальну продуктивність і виробництво енергії.