

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Шуляк Ольга Василівна

УДК629.113:621

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Доцільність застосування сонячної електростанції на базі готельно-
ресторанного комплексу «Райський двір» м. Київ**

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня *бакалавр*

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

_____ Шуляк О.В.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Войцицький Анатолій Павлович
доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

АНОТАЦІЯ

Шуляк О.В. «Доцільність застосування сонячної електростанції на базі готельно-ресторанного комплексу «Райський двір» м. Київ.»

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Готельно-ресторанні комплекси вимагають чималих енерговитрат на опалення, кондиціювання та інші потреби.

Тому їхні власники шукають оптимальні варіанти з організації альтернативних інженерних систем, які б частково надавали б високий рівень комфорту і не вимагали б величезних витрат на їхнє утримання.

Тому в кваліфікаційній роботі розглядається питання доцільності застосування сонячної електростанції на базі готельно-ресторанного комплексу «Райський двір» м. Київ.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, сонячна електростанція, фотоелектричний перетворювач, електроживлення, акумулятор.

ANOTATION

Shulyak O.V. "Associativity of the sleeping power station on the basis of the hotel and restaurant complex" Raiskiy Dvir " m. Kiyiv."

The qualification of a robot for the education of the bachelor's degree for specialty 141 "Electroenergetics, electrical engineering and electrical engineering". Hotel and restaurant complexes vimagayut chimalikh energovitrate vitrate for scorching, conditioning and consumption.

To that, the owners of the masters joke about the optimal options for organizing alternative engineering systems, as if they would give a high level of comfort and would not be able to use the great vitiates on the economy.

In addition, in the quality of robots, you can look at the nutrition of the assistant power station on the basis of the hotel and restaurant complex "Raiskiy Dvir" m. Kiev.

Key words: *alternative dzherela energy, sleepy power station, photoelectric conversion, power supply, battery.*

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ З ТЕМИ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ	7
1.1. Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні	7
1.2. Загальні відомості про об'єкт господарювання	8
Висновки до першого розділу	9
РОЗДІЛ 2. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ ПРОБЛЕМИ	10
2.1. Обґрунтування теми дослідження	10
2.2. Загальні вимоги проектування сонячної електростанції, об'єднаної з промисловою електромережею	10
Висновки до другого розділу	13
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖЕВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ОБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ	14
3.1. Головні вимоги проектування сонячної електростанції	14
3.2. Вибір та обґрунтування об'єктів для розміщення сонячної електростанції	15
3.3. Склад мережевої сонячної електростанції 20 кВт, на Premium обладнанні	15
3.3.1. Вибір та обґрунтування фотомодуля Longi Solar LR6-72HPH-540M	16
3.3.2. Вибір та обґрунтування інвертора Fronius SYMO 20.0-3-M	17
3.3.3. Узгодження мережевого інвертора з сонячними панелями	19
3.4. Розробка схеми структурної та функціональної сонячної електростанції на території готельно-ресторанного комплексу	19
3.5. Загальна продуктивність сонячної електростанції	22
Висновок до третього розділу	23
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК	24
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	25
ДОДАТКИ	27

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Використання альтернативних джерел енергії на основі фотоелектричних перетворювачів набуває все більшої актуальності за рахунок прогресу сучасних технологій виробництва фотоелектричних перетворювачів, поліпшення їх масогабаритних показників і надійності роботи.

Альтернативні джерела, а саме фотоелектричні перетворювачі у структурі сонячних електростанцій, на об'єктах господарювання, вирізняються своєю простотою, та надійністю в експлуатації.

З року в рік відбувається покращення масо-габаритних показників фотоелектричних перетворювачів, що надає їм більш широке використання..

Радикальне підвищення енергоефективності та розвиток відновлюваних джерел енергії – це шлях України до власної енергонезалежності від викопного палива та розбудови нової без вуглецевої економіки. До 2050 року Україна має перейти на 100% використання відновлюваних джерел енергії.

Мета і завдання роботи. Метою даної кваліфікаційної роботи є пошук інформації шляхів реалізації світового досвіду з використання альтернативних джерел енергії на основі фотоелектричних перетворювачів у комунальних закладах на прикладі готельно-ресторанного комплексу «Райський двір».

Об'єкт дослідження – технологічні рішення провадження альтернативних джерел енергії у комунальних закладах.

Предмет дослідження – ефективність прийнятого рішення застосування сонячної електростанції на базі готельно-ресторанного комплексу «Райський двір» м. Київ.

Методи дослідження – носять теоретичний-практичний характер з використанням вимог до запропонованих у відповідних інформаційних джерелах.

Практична цінність. Дане рішення застосування розробленої сонячної електростанції на базі готельно-ресторанного комплексу може бути прикладом заощадження електроенергії у різних комунальних господарствах подібного типу.

Перелік публікацій автора за темою дослідження

1. Войцицький А. П., Шуляк О.В. Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні. “Матеріали І-ої міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційні системи та комп’ютерно-інтегровані технології: ідеї, проблеми, рішення -2021. 3-4 червня 2021 року ПНУ м. Житомир.

2. Шуляк О.В. Вибір та обґрунтування інверторів для СЕС. “Матеріали І-ої міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційні системи та комп’ютерно-інтегровані технології: ідеї, проблеми, рішення -2021. 3-4 червня 2021 року ПНУ м. Житомир.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ З ТЕМИ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ

1.1. Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні

У навколишньому світі існує величезна безліч джерел енергії, одні з них освоєно і ефективно використовуються, інші тільки досліджуються або впроваджуються в енергетику, а в основному в електроенергетику.

Тому необхідно приділяти особливу увагу способам та засобам, при яких енергетичний ресурс джерела енергії нескінченний і легко доступний.

Такими джерелами для нашої країни в основному є сонце і вітер.

Розвиток сонячної енергетики в Україні відстає від Європа на 7-10 років. Фахівці стверджують, що в Україні достатньо енергетичні умови для використання сонячної енергії для створення сонячних електростанцій.

Тому свідчить річний потенціал сонячної енергії в Україні дозволив би замінити біля 5 млрд. м³ природного газу. Прогнози стверджують, що до 2025 року потужність наявних джерел сонячної енергії на теренах України повинен збільшитися до 3 ГВт [5,6].

Аналітики стверджують, що починаючи з 2017 по 2022 роки ціни на сонячну енергію в усьому світі знизяться на 27%, що є з одних з головних показників будівництва СЕС.

Сонячне енергетичне обладнання комунального призначення буде коштувати дешевше, ніж і електростанцій на викопній сировині в більшості сучасних країнах [5,6].

Варто зазначити, що клімат та географічне положення України дозволяє для розвитку сонячної енергетики і масове будівництво малих та великих сонячних електростанцій – практично по всій території України.

1.2. Загальні відомості про об'єкт господарювання

Актуальним завданням сьогодення є впровадження новітніх технологій в індустрію туризму та в готельно-ресторанний бізнес, наприклад це у першу чергу – енергозбереження.

«Сучасний готельний бізнес є однією із галузей, що найбільш швидко розвиваються, на яку припадає 6% світового внутрішнього валового продукту і близько 5% всіх податкових надходжень у світі. Розвиток готельного бізнесу активно стимулює й розвиток інших галузей і напрямків діяльності:

- міжнародного бізнесу;
- транспортної індустрії;
- енергетики;
- інформаційних технологій;
- комунального будівництва;
- сільського господарства;
- виробництва товарів народного споживання;
- розвитку технологій в області екології безпеки, інноваційної сфери

та багатьох інших» [11,13].

Для управління процесом функціонування готельного підприємства необхідно його постійно поновлювати та підтримувати в передбаченому стандартами і технічними умовами стані, забезпечувати ритмічне надання послуги певної якості. Управління процесом розвитку готельного підприємства має на меті зміну його стану, перетворення його до заздалегідь наміченого рівня, відповідного або такого, що перевищує сучасні найвищі світові досягнення готельної індустрії [11].

Місце знаходження об'єкту господарювання м. Київ вул. Погребський Шлях, 26. На рис. 1.2. зображено загальний вигляд готельно-ресторанного комплексу «Райський двір» [13].



Рисунок 1.1 – Готельно-ресторанного комплекс «Райський двір».

1-3 – об'єкти встановлення сонячних панелей

Виходячи з схеми закріплених територій – доцільно зосередити увагу на трьох об'єктах на дахах яких можна встановити сонячні панелі:

об'єкт 1,2 – приміщення готелю;

об'єкт 3 – загальна їдальня.

Дахи цих корпусів розташовані таким чином, що будуть більш знаходитися під дією сонячного опромінення [13].

Висновки до першого розділу

Одним із способів витрати на спожиту електроенергію є запровадження альтернативних джерел енергії, в першу чергу – використання сонячної енергії.

Запровадження джерел «чистої енергії» не лише заощаджує кошти на електроенергію, але також стає прикладом для наслідування для інших господарюючих суб'єктів готельно-ресторанного бізнесу.

РОЗДІЛ 2

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ ПРОБЛЕМИ

2.1. Обґрунтування теми дослідження

Виникає питання чому саме тема бакалаврська роботи пов'язана з використанням сонячної енергії для потреб готельно-ресторанного бізнесу.

По перше – отримання електроенергії із сонячного випромінювання являє собою чисту альтернативу електроенергії, при чому без забруднення повітря і води, це важно для відпочиваючих в готельно-ресторанних комплексах.

По друге – сонячна енергія може значно зменшити рахунки за електричну енергію. Це дасть можливість якимось чином зменшити вартість путівок.

Крім того, є багато податкових пільг і знижок, програм, які призначені для стимулювання використання сонячної енергії, таких як «Зелений тариф».

Втретє – заощадила кошти та пустила їх на покращення умов відпочинку.

Отже, головними перевагами використання сонячної енергії є:

- екологічна чистота (важливий фактор для подібних закладів);
- надійність та можливість довготривалої експлуатації;
- нарощування енергетичного потенціалу
- простота в обслуговуванні.

2.2. Загальні вимоги проектування сонячної електростанції, об'єднаної з промисловою електромережею

У випадку проектування сонячної електростанції, об'єднаної з промисловою електромережею необхідно звернути увагу на кількість послідовних днів «без сонця» у і враховувати це при розрахунку потужності СЕС.

Розглянемо основні технічні особливості використання найважливіших складові мережевої сонячної електростанції.

Вибір величини номінальної потужності необхідно погоджувати з потужністю інвертора, оскільки зі збільшенням вихідної потужності ростуть вхідні струми, що призводить до більш важких умов роботи ключових елементів (транзисторів) вихідного каскаду.

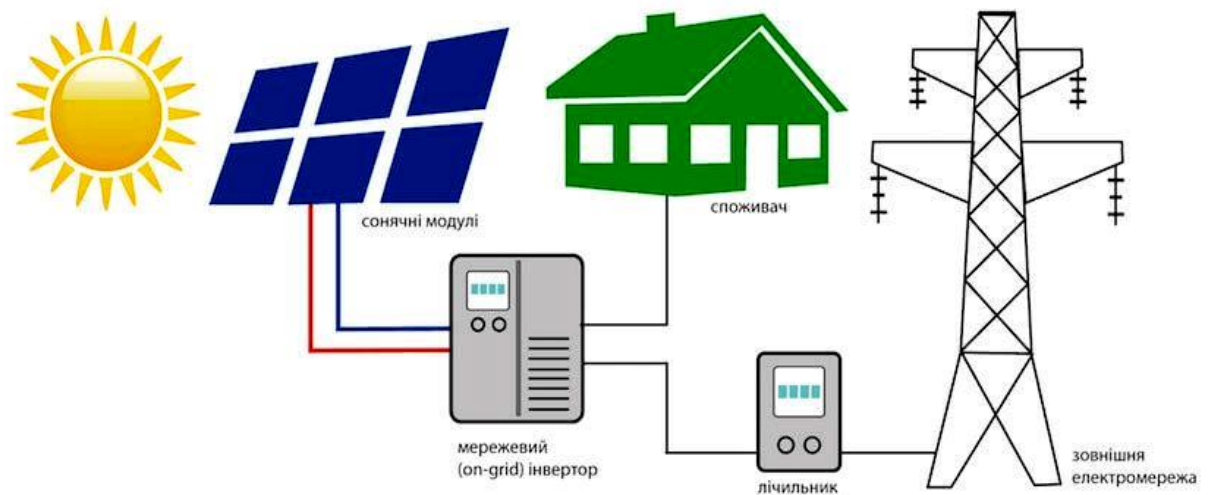


Рисунок 2.1 – Фрагмент використання СЕС

До складу мережевої сонячної електростанції входить наступне обладнання:

- фотомодулі (сонячні панелі), що генерують постійний струм завдяки сонячному випромінюванню, що надходить на їхню поверхню;
- мережеві силові інвертори для перетворення постійного струму (DC), генерований фотомодулями – в змінний синусоїдний струм (AC);
- спеціальні прилади що дозволяє відстежувати параметри роботи СЕС, тобто здійснювати моніторинг її роботоздатності;
- лічильники електроенергії (у більшості випадків трьохфазні);
- силова мережа до якої приєднана СЕС за допомогою трьохфазного трансформатора.

Фотомодулі генерують лише постійний струм. Ще багато споживачів використовують саме постійний струм (зарядка акумуляторів, освітлення, радіоапаратура тощо).

Споживачів змінної напруги 220В не менше, а все збільшуються. Для перетворення постійного струму в змінний синусоїдний – потрібен мережевий інвертор з спеціальними керуючими, захисними та контролюючими пристроями.[12, 20].

Вихідна напруга малопотужних інверторів (до 10 кВт), як правило, становить 220 В частотою (50/60 Гц), а в інверторах потужністю 10-100 кВт вона становить 380В тієї частоти.

Чим більше вхідна напруга, тим ефективніший інвертор і тим вище його ККД. Зменшується струм, що веде до зниження теплових втрат[12].

Сучасні мережеві інвертори здатні витримувати перевантаження в вихідних ланцюгах при підключенні динамічних навантажень – електричних машин тощо).

Таким чином, до автономного інвертора ставляться наступні технічні вимоги:

- здатність витримувати перевантаження (без наслідків) – короткочасні, а у деяких випадках тривалі;
- незначні втрати при малих навантаженнях;
- стабілізація вихідної синусоїдної напруги;
- низький коефіцієнт спотворень;
- високий коефіцієнт корисної дії;
- електромагнітна сумісність з силовою мережею;
- надійність при тривалій експлуатації;
- високий рівень ергономічності;
- високі кліматичні характеристики.

Також потрібно приділити увагу у виборі фотомодулів, від них також залежить ефективна робота СЕС [12, 20].

Висновки до другого розділу

Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України наведено в таблиці додатку А [7].

З таблиці видно, що об'єкт господарювання, який розглядається в даній кваліфікаційній роботі, і знаходиться в Київській області, яка, в свою чергу має досить високий доцільно економічний потенціал, рівний 2,4, а отже, побудова системи електропостачання від сонячної електростанції має сенс.

Подальше нарощування потужності СЕС буде залежить від економічної віддачі, що проектується.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖЕВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ОБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ

Техніко-економічне обґрунтування і розрахунок сонячної електростанції – це база отриманих даних інформації про ефективність капіталовкладень.

Найбільш затребуваними виявляються техніко-економічні розрахунки, які передбачають:

- обґрунтування запланованої потужності мережевої сонячної електростанції;
- огляд та аналіз характеристик обладнання, що буде використовуватися в проекті.

Це невід'ємні вимоги без яких неможливо реалізувати проекти електростанцій на альтернативних джерелах енергії, зокрема СЕС.

3.1. Головні вимоги проектування сонячної електростанції

Максимальна спроможність сонячної електростанції можлива при відсутності об'єктів затінення її сонячних панелей – тому дахи будівель є оптимальним місцем для їх розміщення. Продуктивність сонячних панелей та самої СЕС – тим більшу площу вона займає.

Головні аспекти сумарної потужності сонячних панелей:

- потрібно встановити панелі з певним запасом;
- уникати можливості перегріву;
- правильно вибрати кут нахилу та панораму обзору;
- вибрати достатньо ефективний інвертор.

Більшість сучасних інверторів здатні витримати такий поріг перевантаження. Головне правило для монтажу сонячної електростанції на об'єктах господарювання – вони повинні бути досить міцні, щоб витримати її вагу.

3.2. Вибір та обґрунтування об'єктів для розміщення сонячної електростанції

Об'єктами для розміщення фотомодулів для СЕС являються об'єкти 1-3, які зображені на рис 1.1. Відповідно до нормативних документів необхідна площа встановлення сонячних панелей для потужності 20 Квт потрібна становити не менш за 90-110 м². Дахи цих приміщень не забезпечать таку площину тому на їх дахах встановлюються спеціальні каркаси для монтажу сонячних панелей.

На об'єкті 2 – один каркас для забезпечення площі 110 м², на об'єктах 1,3 по одному каркасу з загальною площиною 105 м².

Для цих цілей доцільно рекомендувати сонячна електростанція на 20 кВт «Premium», яка призначена для забезпечення об'єкту сонячною електроенергією та продаж її надлишків по «зеленому тарифу» 0,163 Євро за 1 кВт·год.

СЕС «Premium» генерує протягом року близько 25 МВт електроенергії, що при середньому споживанні 300 кВт на місяць дозволяє отримати близько 3300\$ чистого прибутку [14,15].

3.3. Склад мережевої сонячної електростанції 20 кВт, на Premium обладнанні

Комплектація СЕС передбачає:

1. Сонячна панель Longi Solar LR6-72HPH-540M (гарантія 25 років, температурний коефіцієнт - 0,35) – 38 шт.
2. Мережевий інвертор Fronius SYMO 20.0-3-M (20 кВт, Wi-Fi, 2 MPPT, 7 років гарантії, Австрія).
3. Кабель «Top cable» 6 мм - 150 м.
4. Автоматичний вимикач (63А) по змінному струму, 8 плавких запобіжників, автоматичний вимикач, електрощиток, ОПН - 1 комплект [15].

Техніко-економічні дані

Тип сонячної електростанції – мережова.

Потужність сонячного масиву – 20,2 Квт.

Напруга підключення змінного струму – 0,4 кВТ [14,15].

3.3.1. Вибір та обґрунтування фотомодуля Longi Solar LR6-72HPH-540M

Сонячна панель (фотомодуль) Longi Solar LR6-72HPH-540M поміщений в анодовану алюмінієву раму, яка стійка до впливу навколишнього середовища. Фотомодулі захищені загартованим структурованим склом, товщиною 3,5 мм [16].

Сонячні панелі повинні кріпиться в напрямку південної сторони даху чи на спеціальну конструкцію на землі, але в тому ж напрямку.

Фотомодуль максимально продуктивна оскільки її температурний коефіцієнт потужності становить - 0.35 %/С, що є одним з кращих показників на ринку[15,16].

Загальні технічні характеристики

Номинальна потужність сонячної панелі – 540 Вт.

Напруга при максимальній потужності – 41,65 В.

Струм при максимальній потужності – 12,97 А.

Струм короткого замикання, 13,85 А.

Напруга холостого ходу – 49,5 В

Запас потужності – 0...+5 Вт.

Максимальна напруга у системі –1500 В.

Вага – 27,2 кг [16].

Фотомодуль характеризується високим показником ККД – 20.4%.

Розмір сонячної панелі та її загальний вигляд зображено на рис. 3.1.

Конструкція фотомодуля здатна витримувати навантаження снігового покриву до 5200.

Вітрове навантаження на фотомодуль не повинно перевищувати 2400 Па. Технологія виготовлення фотомодуля дозволяє бути готовим до впливу солоної вологи, аміаку та пилу, що підтверджено незалежним тестуванням.

Фотомодуль захищений від проникнення пилу та спроможний витримувати короткочасне занурення у воду на глибину до 1-го метра [16].

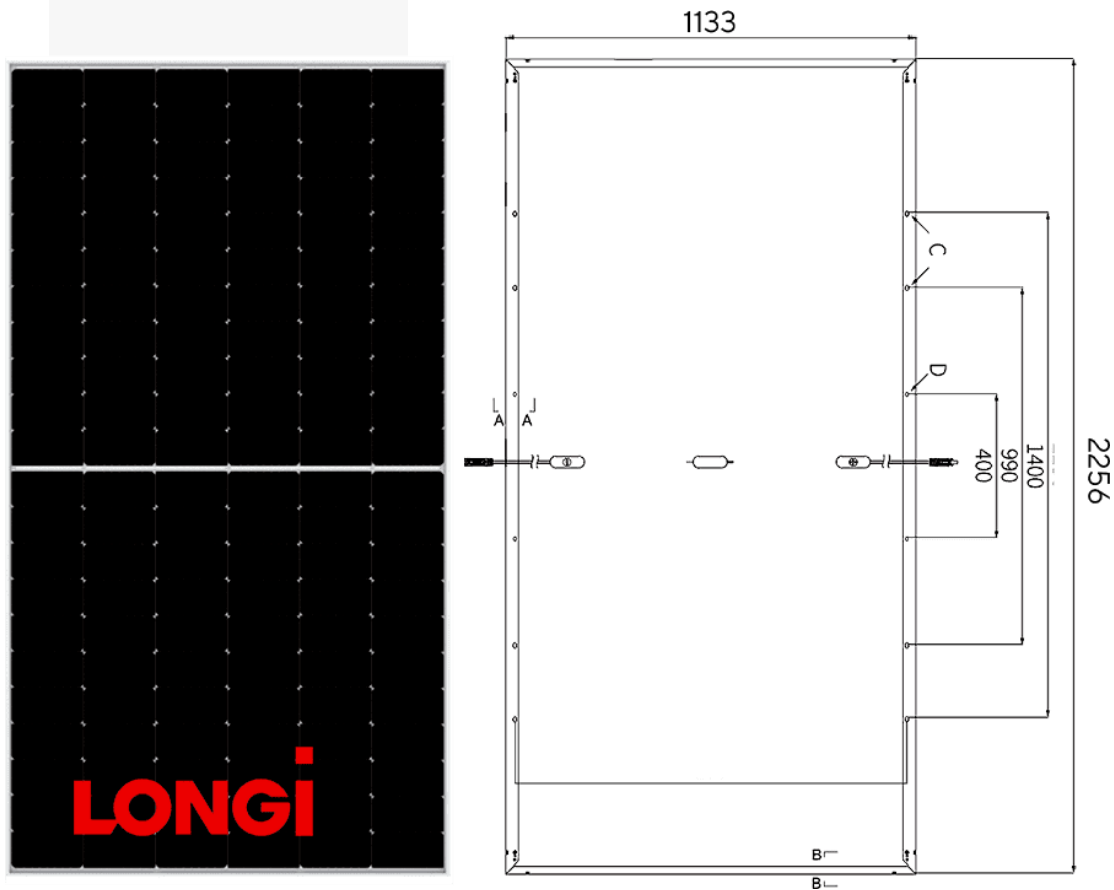


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд сонячної панелі

3.3.2. Вибір та обґрунтування інвертора Fronius SYMO 20.0-3-M

Мережевий інвертор призначений для генерації енергії в мережу живлення від сонячних батарей. Виготовлений в Австрії. Технічні спроможності інвертора Fronius SYMO 20.0-3-M дозволяють йому ефективно робити в складі 20-кіловатної сонячної електростанції.

Виходи інвертора призначені для підключення до 3-фазної системи. Інвертор має широкий MPPT діапазон вхідної напруги 420-800 В.

Оснащений Wi-Fi моніторингом для віддаленого користування. Висока якість виготовлення та збірки дозволила встановити підвищену гарантію на інвертор 7 років [17,18].

Загальні параметри мережевого інвертора:

Кількість трекерів/входів – 2/6 шт.

Номінальна потужність АС, – 20,1 кВт

Номінальна потужність АС – 20 кВт

Максимальна потужність, DC – сонячного поля – 30 кВт.

Напруга живлення АС – три фази - 380, 50 Гц.

ККД – 98,5 %.

Діапазон вхідної робочої напруги – 420 - 800 В

Розміри (Ш x В x Т) – 725x510x225 мм.

Вага – 43,4кг.

Передбачено захист:

– від високої напруги зі сторін постійного та змінного струмів другого (II) класу;

– струмовий захист без запобіжників (електронного типу);

Передбачена можливість міняти робочі параметри через смартфон через блютуз чи ЮСБ шнур [17,18].

Загальний вигляд зображено на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд інвертора Fronius SYMO 20.0-3-M

3.3.3. Узгодження мережевого інвертора з сонячними панелями

Відповідно до технічних характеристик сонячного модуля та сонячного мережевого інвертора потрібно здійснити їх узгодження. Фотомодулі потрібно з'єднувати послідовно, тоді сумарна напруга на виході фотомодулів в кількості 38 шт. для забезпечення потужності 20 кВт буде становити:

Для номінальної вихідної напруги 41,65 В – буде становити:

$$U_{\text{вих. ном.}} = 41,65 \cdot 38 = 1582 \text{ В.}$$

Ці данні свідчать проте, що потрібно формувати з 38 фотомодулів сонячні батареї (N) у кількості:

$$N = U_{\text{вих. ном.}} / U_{\text{вх. мак.}},$$

де $U_{\text{вих. ном}}$ – вихідна напруга послідовно з'єднаних 38 фотомодулів в робочому стані; $U_{\text{вх. мак}}$ – максимальна вхідна напруга інвертора.

$$N = U_{\text{вих. ма.}} / U_{\text{вх. мак}} = 1582 / 800 = 2.$$

Це свідчить про те, що потрібно провексти з'єднання модулів послідовно- паралельно, тобто по 19 модулів з'єднати послідовно, а потім їх з'єднати паралельно. А також можна виходи з 19 послідовно з'єднаних фотомодулів під єднати до МРРТ входу інвертора. Але при цьому буде більш розходу кабелю. Але це повністю задовольняє роботу інвертора, якій і має незалежних 4 входи МРРТ. При ефективній роботі СЕС, тобто з бистрою окупністю, можна нарощувати її сумарну потужність.

3.4. Розробка схеми структурної та функціональної сонячної електростанції на території готельно-ресторанного комплексу

Для монтажу фотомодулів сонячної електростанції на дахах обраних об'єктах готельно-ресторанного комплексу (ГРК) потрібно попередньо пройти декілька етапів:

1) на першому етапі потрібно визначитися прощеною яка необхідна для монтажу фотом одулів СЕС;

2) на другому потрібно розробити загальну схему структурну електричну сонячної електростанції;

3) на третьому етапі потрібно розробити схему функціональну електричну сонячної електростанції.

4) на четвертому етапі потрібно розробити схему монтажну електричну, але цим займаються монтажні організації.

5) п'ятий етап – узгодження підключення СЕС до силової мережі.

Для виконання всіх цих етапів потрібно вибрати та обґрунтувати послідовність дій технологічних операцій запуску СЕС та випробувань при навантаженні. На рис 3.3. Зображено загальну схему структурну електричну СЕС на 40 Квт.

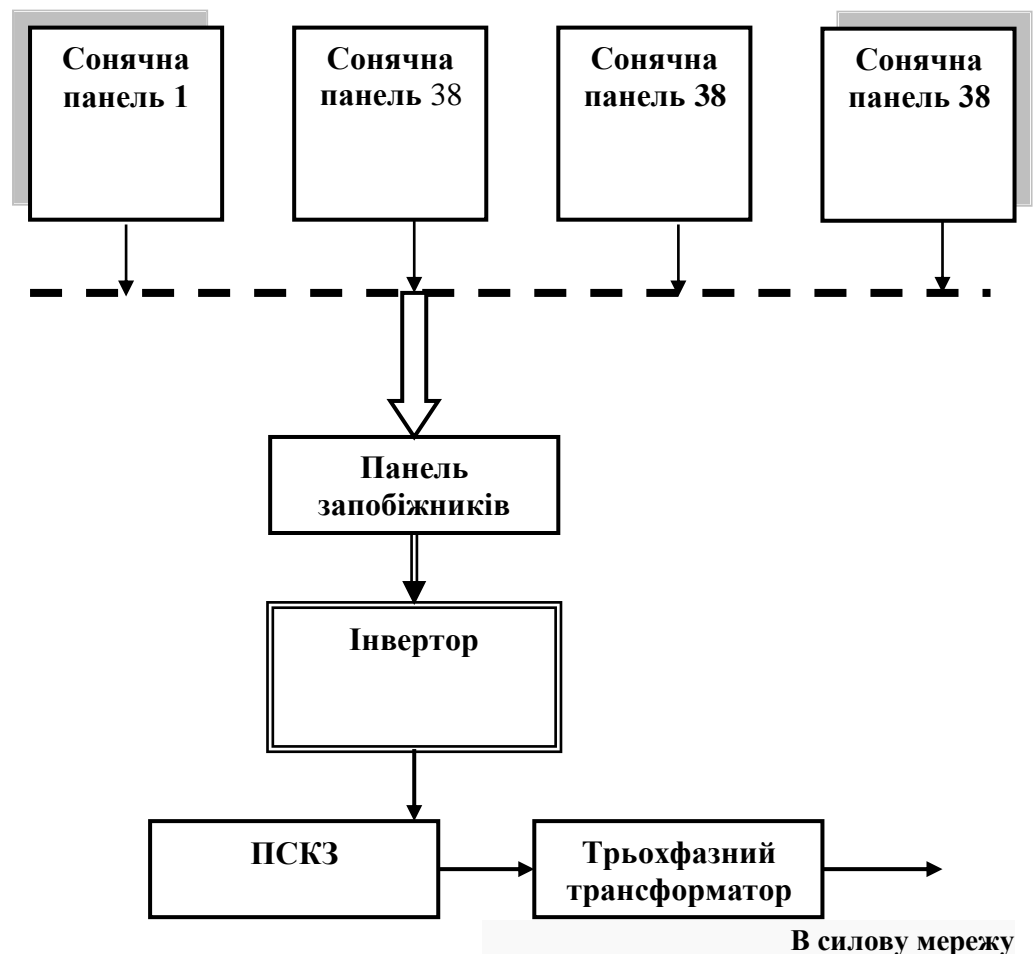


Рисунок 3.3 – Схема структурна електрична

ПСКЗ – пристрій силової комутації та захисту

На рис. 3.4. зображено схему функціональну електричну СЕС

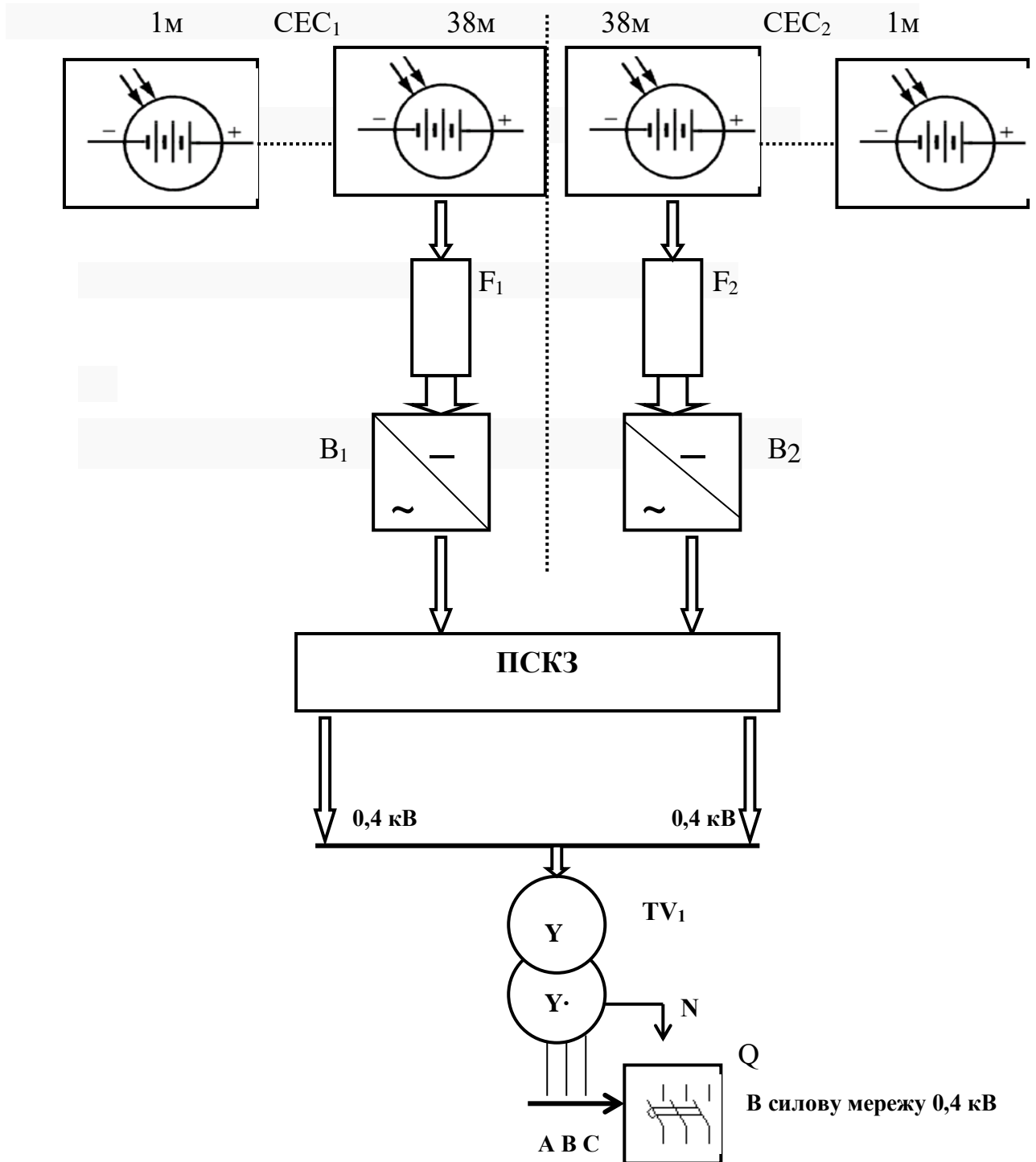


Рисунок 3.4 – Схема електрична СЕС на території ГРК:

СЕС₁ – на даху об'єкта 2; СЕС₂ – на дахах об'єктів 1,3; В₁, В₂ – мережеві інвертори;

F₁, F₂ – пристрої захисту сонячних модулів; Q – автоматичний вимикач 63А;

М – фотомодуль; TV₁ – трьохфазний трансформатор; ПСКЗ – пристрій силової комутації та захисту

3.5. Загальна продуктивність сонячної електростанції

Спроможність сонячної електростанції:

- Середньорічний виробіток електроенергії – 27 673 кВт·год.
- Середньомісячний виробіток електроенергії – 2 000 кВт·год.
- Середньорічне власне споживання об'єкту – 3 000 кВт·год.
- Середньомісячне власне споживання об'єкту – 250 кВт·год.
- Середньорічний надлишок – 22 000 кВт·год [14,15].

Економічна спроможність сонячної електростанції:

- 1 кВт·год надлишку електроенергії (величина зеленого тарифу на 2020 рік – 0,167 Євро.
- Річний прибуток за продаж надлишку електроенергії – 3882 \$ (за вирахуванням всіх податків).
- Річна економія коштів на споживанні власної електроенергії – 5150 грн. (185 \$).

Окупність сонячної електростанції «Преміум» на 20 кВт·год з витратами на монтаж, юридичне оформлення, металоконструкції – близько 4,9 років а разі не зміни тарифу на вартість альтернативної енергії [14,15].

На рис. 3.4. зображена діаграма наробітку СЕС (20кВт) за рік.

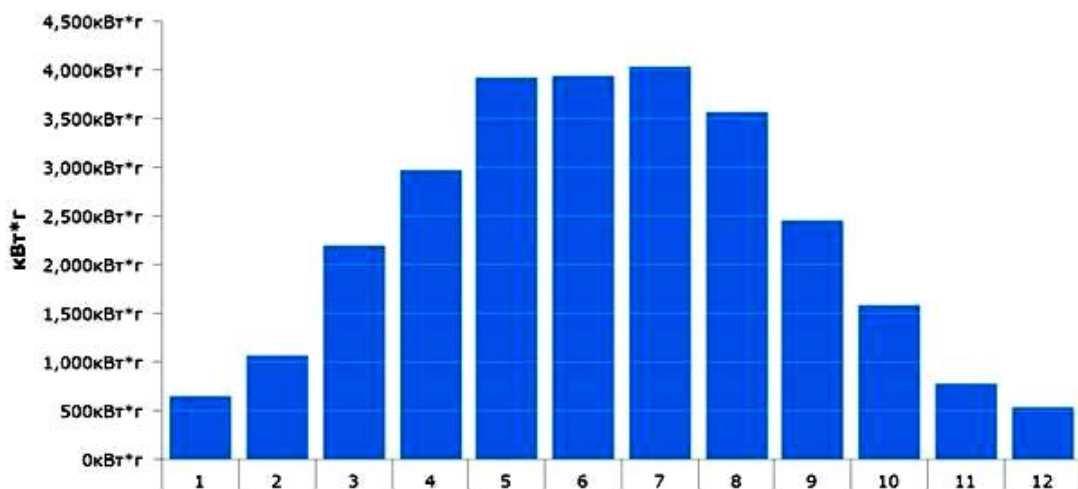


Рисунок 3.5. – Діаграма наробітку СЕС (20кВт) за рік

Висновок до третього розділу

Більш ефективним буде, якщо при проектуванні СЕС для ресторанно-гостиничного комплексу «Райський двір» буде придбати на змонтувати два комплекти СЕС «Преміум» по 20 кВт кожний.

Сумарна потужність СЕС становить 40 кВт. Річний прибуток за продаж надлишку електроенергії – 7764 \$ (за вирахуванням всіх податків), тому реальний термін окупності мережевої сонячної станції буде принаймні становити, в середньому, 4...5 років, і це можливо в широтах Київської області дивись додаток А.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Готельно-ресторанного комплекс «Райський двір» становить собою об'єкт дослідження, і знаходиться в Київській області, яка, в свою чергу має досить високий доцільно економічний потенціал, рівний 2,4, а отже, створення системи електропостачання від сонячної електростанції має сенс.

основні переваги технології СЕС:

- екологічність;
- термін роботи сонячних елементів практично необмежений і може становити десятки років;
- можливість отримання «зеленого» тарифу.

недоліки технології СЕС:

- залежність від кліматичних характеристик місцевості;
- потреба у великій площі розміщення.

Доцільність СЕС на території готельно-ресторанного комплексу «Райський двір» можна оцінювати після її повністю окупності, але потім вона стане доброю підмогою енерго- незалежності ГРК.

ВИКОРИСТАННІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Альтернативна енергетика з використанням сонячних елементів : навч. вид. / В. Ю. Єрохов; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Сполом, 2015. - 116 с. - Бібліогр.: с. 113-116.
2. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії; підруч. / О. Адаменко [та ін.] . - Івано-Франківськ: Полум'я, 2000.-270 с.
3. Бондарчук, А. Как стать производителем «зеленой» электроэнергии / А. Бондарчук // Фермерське господарство. - 2010. - берез., № 9. - С. 29.
4. Електроніка і мікросхемотехніка: підр.: / А.П. Войцицький, М. А. Войцицький. Житомир : ЖНАЕУ, 2018. – 318 с.
5. Енергетичний потенціал сонячної енергетики та перспективи його використання в Україні: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/7546/1/02.pdf>
6. Сонячна енергетика – один з перспективних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Урядовий портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article>
7. Глобальна карта сонячної енергії [Електронний ресурс] : Сайт Інженерні ідеї, ресурси, знання. – Режим доступу до ресурсу : http://www.vkengineering.com/img/solar/g_solar_map.gif.
8. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України / В. О. Дубровін, Л. Д.Романчук, С .М.Кухарець та ін.; відп. ред. Скидан О. В. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – 335 с.
9. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов. –М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 276 с. , 2014. – 214с.
10. «Кращі з доступних технологій для житлово-комунального господарства України». Керівництво з відбору технологій /Під редакцією С. Єрмілова. – К.: «Поліграф плюс», 2016. – 134 с.: іл. Режим доступу: https://saee.gov.ua/sites/default/files/Handbook_PT.pdf

11. Сучасні тенденції розвитку світового готельного бізнесу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <file:///C:/Users/Fujitsu/Downloads/1447028649-2-10-20191027.pdf>
12. Альтернативні джерела енергії: підручник / А.П. Войцицький, Т.П. Резніченко, М.А. Войцицький [та ін.]; за редакцією Т.П. Резніченко – Житомир : ЖНАЕУ, 2017. – 280 с.
13. Готельно-ресторанний та туристичний бізнес: реалії і перспективи: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://knute.edu.ua/file/NjY4NQ%3D/57cc77f413ca254e25a15f9b8b8cb653.pdf>
14. Сонячна електростанція - 20 кВт Premium. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prel.prom.ua/p302446811-sonyachna-elektrostantsiya-kvt.html>
15. Сонячна електростанція 20 кВт Premium. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prel.prom.ua/p302446811-sonyachna-elektrostantsiya-kvt.html>
16. Сонячна панель Longi Solar LR6-72HPH-540M. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-panels/longisolar-lr6-72hph-540m>
17. Інвертор Fronius SYMO 20.0-3-M. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://220volt.com.ua/invertor-fronius-symo-20-0-3-m/>
18. Сетевой інвертор 20 кВт Fronius Symo 20.0-3-M. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://utem.org.ua/products/setevoy_invertor_fronius_symo_20.0-3-m
19. Мережева Fronius на 20 кВт сонячна електростанція під зелений тариф: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://solarenergo.ua/uk/zelenyy-tarif/setevaya-solnechnaya-yelektrostantsiya-fronius-20kwt/>
20. Інвертори для сонячних електростанцій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-inverters/>

ДОДАТКИ

Додаток А

Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України

№ п/п	Області	Потенціал сонячної енергії МВт·ч/год		
		Загальний потенціал ($\cdot 10^9$), МВт $\frac{\text{ч}}{\text{год}}$	Технічний потенціал ($\cdot 10^7$), МВт $\frac{\text{ч}}{\text{год}}$	Доцільно- економічний потенціал ($\cdot 10^5$), $\frac{\text{ч}}{\text{год}}$ МВт $\frac{\text{ч}}{\text{год}}$
1	Вінницька	30,8	14,8	2,3
2	Волинська	21,8	10,5	1,6
3	Дніпропетровська	37,6	18,0	2,8
4	Донецька	33,0	15,8	2,5
5	Житомирська	32,3	15,5	2,4
6	Закарпатська	15,5	7,5	1,2
7	Запорізька	34,8	16,7	2,6
8	Івано-Франківська	16,4	7,9	1,2
9	Київська	31,5	15,5	2,4
10	Кіровоградська	28,8	13,8	2,2
11	Луганська	34,0	16,3	2,5
12	Львівська	25,4	12,2	1,9
13	Миколаївська	32,5	15,6	2,4
14	Одеська	45,4	21,8	3,4
15	Полтавська	31,9	15,3	2,4
16	Рівненська	21,8	10,5	1,6
17	Сумська	26,0	12,5	2,0
18	Тернопільська	16,3	7,8	1,2
19	Харківська	35,4	17,0	2,7
20	Херсонська	38,4	18,4	2,9
21	Хмельницька	24,3	11,6	1,8
22	Черкаська	24,2	11,6	1,8
23	Чернівецька	9,6	4,6	0,7
24	Чернігівська	34,2	16,4	2,6
	Всього	718,4	345,1	53,8