

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 автоматики, електроніки та телекомунікацій  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розроблення електромережі будинку з можливістю інтеграції  
альтернативних джерел енергії

Виконав: студент 4 курсу, групи 401-МЕ  
спеціальності 141 «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка»  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кучеров А.Я.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Захарченко Р.В.  
(прізвище та ініціали)


Рецензент  
(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 автоматки,  
електроніки та телекомунікацій

 О.В. Шефер

«01» квітня 2024 р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ

**Кучерову Антону Ярославовичу**

1. Тема роботи «Розроблення електромережі будинку з можливістю інтеграції  
альтернативних джерел енергії»

керівник роботи Захарченко Руслан Володимирович, к.т.н., доцент

затверджена наказом вищого навчального закладу від 08.12.2023 року № 1481/1-фа

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) технічна документація на двоповерховий  
приватний будинок, перелік обладнання будинку, що потребує електроживлення.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити) Аналітичний огляд альтернативних джерел енергії, що можна  
застосувати для автономного живлення приватного будинку. Їх порівняння та  
обґрунтування доцільності використання. Розрахунок системи автономного  
живлення. Вибір сонячних панелей, інвертора, акумуляторних батарей.  
Розрахунок вартості побудови сонячної електростанції. Розроблення внутрішніх  
електромереж будинку (штучне освітлення, силова мережа).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):

- 1) Аналіз альтернативних джерел енергії;
- 2) Схеми підключення систем автономного живлення;
- 3) Пристрої автономного живлення;
- 4) Вартість побудови СЕС;
- 5) Мережі електропостачання та освітлення ;
- 6) Розміщення сонячних панелей на каркасі будинку.

6. Дата видачі завдання 01.04.2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
		Дата початку	Категорія	Відсоток виконання	
1	Аналітичний огляд альтернативних жерел енергії, що можна застосувати для автономного живлення приватного будинку. Їх порівняння та обґрунтування доцільності використання.	25.04.24	I	20%	Пл. 1
2	Розрахунок системи автономного живлення.	08.05.24		40%	Пл. 2
3	Вибір сонячних панелей, інвертора, акумуляторних батарей. Розрахунок вартості побудови сонячної електростанції.	23.05.24	II	60%	Пл. 4
4	Розроблення внутрішніх електромереж будинку (штучне освітлення, силова мережа)	30.05.24		80 %	Пл. 5
5	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.24	III	100%	Пл. 6

Студент


  
(підпис)

Кучеров А.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


  
(підпис)

Захарченко Р.В.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра "Розроблення електромережі будинку з  
можливістю інтеграції альтернативних джерел енергії "

Робота містить 60 сторінок, 10 ілюстрацій, 9 таблиць, 15 використаних джерел.

Ключові слова: Відновлювані джерела енергії, сонячні панелі, вітряки, автономне живлення, енергетична незалежність, екологічна безпека, електромережа, альтернативна енергетика

Предметом дослідження кваліфікаційної роботи є розроблення системи електромережі двоповерхового будинку з інтеграцією альтернативних джерел енергії. Особливу увагу приділено вибору оптимальних компонентів, їх взаємодії та забезпеченню безперебійного енергопостачання з урахуванням економічних і екологічних аспектів.

Розроблена система автономного живлення двоповерхового будинку забезпечить його незалежність від зовнішніх джерел енергії та підвищить рівень екологічної безпеки. Впровадження цієї системи дозволить знизити експлуатаційні витрати та покращити якість життя мешканців. Також, досвід впровадження цієї системи може бути використаний для подальшого поширення в інших житлових будинках.

У роботі детально розглянуті різні види сонячних панелей та вітряків, їх переваги та недоліки. Було виконано розрахунки необхідної кількості та розташування сонячних панелей, інверторів, систем зберігання енергії та інших компонентів. Особливу увагу приділено системам безпеки та моніторингу.

## ABSTRACT

bachelor's qualification thesis "Development of the house electrical network with the possibility of integration of alternative sources of energy"

The work contains 60 pages, 10 illustrations, 9 tables, 15 used sources.

Keywords: Renewable energy sources, solar panels, windmills, autonomous power, energy independence, environmental safety, power grid, alternative energy

The subject of the qualification work research is the development of the power grid system of a two-story building with the integration of alternative energy sources. Special attention is paid to the selection of optimal components, their interaction and ensuring uninterrupted energy supply, taking into account economic and ecological aspects.

The developed autonomous power supply system for a two-story building will ensure its independence from external energy sources and increase the level of environmental safety. Implementation of this system will reduce operating costs and improve the quality of life of residents. Also, the experience of implementing this system can be used for further distribution in other residential buildings.

Different types of solar panels and windmills, their advantages and disadvantages are discussed in detail in the work. Calculations were made for the required number and location of solar panels, inverters, energy storage systems and other components. Special attention is paid to security and monitoring systems.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	7
<b>1.1 Сонячні панелі та їх види</b> .....	9
<b>1.2 Сонячні панелі: переваги та недоліки</b> .....	11
<b>1.3 Сонячні електростанції</b> .....	13
<b>1.4 Вітряки та їх види</b> .....	15
<b>1.5 Вітрові електростанції: переваги та недоліки</b> .....	17
<b>1.6 Зелений тариф</b> .....	19
<b>1.7 Порівняння вітряків та сонячних панелей. Доцільність використання</b> .....	20
<b>Висновок до розділу 1</b> .....	24
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ</b> .....	26
<b>2.1 Сонячні модулі</b> .....	26
<b>2.2 Інвертор</b> .....	27
<b>2.3 Система зберігання енергії</b> .....	28
<b>2.4 Система моніторингу</b> .....	28
<b>2.5 Система зворотного електричного з'єднання</b> .....	29
<b>2.6 Система безпеки та захисту</b> .....	30
<b>2.7 Розрахунок навантажень будинку</b> .....	31
<b>2.8 Визначення необхідної ємності акумулятора</b> .....	35
<b>2.9 Визначення оптимального положення сонячних панелей</b> .....	37
<b>2.10 Вибір сонячних панелей та основного обладнання</b> .....	43
<b>2.11 Загальна вартість СЕС</b> .....	46
<b>Висновок до розділу 2</b> .....	47
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ БУДИНКУ</b> .....	48
<b>3.1 Характеристика систем освітлення та електропостачання</b> .....	48
<b>3.2 Розроблення мережі освітлення</b> .....	50
<b>3.3 Розроблення мережі електропостачання</b> .....	52
<b>3.4 Характеристики ЩС</b> .....	55
<b>Висновок до розділу 3</b> .....	58
<b>Висновки</b> .....	59
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	60
<b>ДОДАТКИ</b> .....	61

## Вступ

У сучасному світі, коли екологічний баланс важливий для всіх, багато розвинених країн розпочинають перехід на альтернативні джерела енергії. Дослідження і практика підтверджують, що майбутнє належить відновлюваним джерелам енергії. Це дозволяє отримувати енергію з природи без шкоди для навколишнього середовища і водночас економити значні обсяги палива.

Сонячна енергія є одним з найбільш перспективних і динамічних відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Виробничі потужності збільшуються на 40-50% щороку. Лише за останні 15 років сонячна енергія становила понад 5% світової енергії. Удосконалення технології виробництва фотоелектричних модулів призвели до значного зниження цін на електроенергію: в більш ніж 30 країнах (наприклад, в Австралії, Мексиці, Німеччині та Чилі) найбільш типовим прикладом успішного впровадження сонячної технології є острів Тао (Американське Самоа). Остров'яни повністю залежали від дизельного палива, але після переходу на сонячні електростанції стали повністю незалежними.

Сонячна енергія як і раніше нова для України, і сонячні панелі часто відсутні на вулицях, в офісних центрах і урядових будівлях. Однак українці не відмовилися від сонячної енергетики, і сонячні панелі поступово виходять на внутрішню неділю. Поточні зміни у світовій та місцевій економіці негативно корелюють з підвищенням енергоефективності.

Це залежить від кількох факторів:

- Зростання світового виробництва;
- Розвиток транспорту і комунікацій;
- Розробка віддалених родовищ;
- Утилізація відходів;
- Збільшення споживання енергії в домашніх умовах;
- Технічне переозброєння армії.

Як результат, світ все частіше звертається до використання відновлюваних джерел енергії, таких як геотермальна енергія, енергія вітру, припливи, біогаз та сонячна радіація. Фактично, всі ці джерела енергії мають своєю основою

безпосередній вплив сонця. Одним з найбільш перспективних є пряме перетворення сонячної радіації на електрику за допомогою напівпровідникових сонячних елементів.

Метою даної роботи є вибір найбільш підходящого поновлюваного джерела енергії для електропостачання приватного будинку, розробка структури і вибору компонентів електростанції

Використання альтернативних джерел енергії сьогодні є дуже важливим через економічні, екологічні, технологічні, соціальні та політичні переваги. Відновлювані джерела енергії забезпечують сталий розвиток, зменшують негативний вплив на навколишнє середовище, підвищують енергетичну безпеку та сприяють економічному зростанню. Таким чином, розробка та впровадження альтернативних джерел енергії повинні бути пріоритетом для всіх країн, які прагнуть забезпечити майбутню енергетичну незалежність та екологічну стабільність.

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Сонячні панелі та їх види

Сонячні панелі є важливим компонентом сонячної енергетичної системи, яка перетворює сонячне випромінювання в електричну енергію[1]. Ці панелі доступні в різних версіях, кожна зі своїми особливостями і перевагами. Давайте розглянемо основні типи сонячних панелей та їх характеристики.

- Кварцова сонячна панель-перспективна технологія в області вироблення електроенергії за рахунок сонячного випромінювання. Вони складаються з кристалічних сонячних елементів, зазвичай виготовлених з силіцію, які перетворюють сонячне світло в прямий електричний струм.

Однією з ключових переваг кристалічних сонячних панелей є висока ефективність перетворення сонячної радіації в електрику. Це означає, що він може виробляти більше енергії на одиницю площі порівняно з іншими типами сонячних панелей.

Крім того, кристалічна сонячна панель довговічна і надійна. Вони можуть працювати десятиліттями без значного зниження продуктивності, що робить їх корисним вибором для установки на дахах будівель або великих сонячних електростанціях.

Однак кристалічні сонячні панелі мають свої недоліки, зокрема, вони масивніші та важчі за інші типи сонячних панелей, що може бути проблематичним при монтажі на певні типи конструкцій, а їх виробництво може бути більш енергоємним порівняно з іншими технологіями.

Загалом, кристалічні сонячні панелі є важливим елементом сучасної сонячної енергії, зменшуючи залежність від вугільного палива, зменшуючи викиди парникових газів та сприяючи більш стійкому та екологічно чистому енергетичному майбутньому[2].

- Тонкоплівкова сонячна панель-це інноваційна технологія, яка відрізняється від традиційної кристалічної сонячної панелі та системи концентраторів. Оскільки

вони виготовлені з тонкого шару світлочувливих матеріалів, таких як аморфний кремній, композиції кадмій-телур, вони легкі та гнучкі.

Одною з ключових переваг тонкоплівкових сонячних панелей є їх компактність і гнучкість. Завдяки тому, що вони виготовлені з тонких матеріалів, ці панелі можна складати або розкладати, прикріплюючи до різних поверхонь, в тому числі зігнутим і непрямим, що відкриває нові можливості для їх використання.

Ще однією важливою перевагою є те, що тонкоплівкові сонячні панелі менш енергоємні та матеріаломісткі порівняно з виробництвом традиційних кристалічних сонячних панелей, що може зменшити виробничі витрати та зробити їх більш доступними для широкого кола споживачів.

Однак у тонкоплівкових сонячних панелей є і недоліки. Наприклад, ефективність, як правило, нижча порівняно з традиційними сонячними панелями, але компенсується більшою площею. Вони також можуть бути менш стійкими до атмосферних умов, які можуть вплинути на їх термін служби.

Загалом, тонкоплівкові сонячні панелі є цікавою альтернативою традиційним сонячним технологіям, які можуть стати важливою складовою сонячної енергії в майбутньому завдяки своїй гнучкості, доступності та вимогливому виробництву.

- Конденсаторна сонячна панель-це інноваційна технологія, яка використовується для збору та концентрації сонячного випромінювання для виробництва електроенергії. Основний принцип роботи полягає в тому, щоб сфокусуватися на невеликій ділянці, де збирається світло, і на якому встановлені високоефективні сонячні елементи, зазвичай виготовлені з монокристалічного або полікристалічного кремнію.

Однією з головних переваг конденсаторних сонячних панелей є їх висока ефективність. Завдяки використанню оптичної системи, яка концентрує сонячне світло, ці панелі можуть забезпечувати значну концентрацію енергії в сонячному елементі, що призводить до високої ефективності і дозволяє ефективно перетворювати сонячне випромінювання в електричний струм.

Крім того, конденсаторні сонячні панелі можна використовувати в районах з високою сонячною активністю, де інші типи сонячних панелей можуть бути менш ефективними. Це може бути особливо важливо для регіонів з посушливим кліматом і для великомасштабної сонячної енергетики.

Однак варто враховувати, що сонячні панелі конденсатора вимагають точного вирівнювання і регулювання для оптимальної ефективності, а також спеціального обладнання для фокусування світла. Крім того, витрати і складність установки можуть бути вище в порівнянні з іншими типами сонячних панелей.

Загалом, конденсаторні сонячні панелі - це захоплюючі технології, які допомагають забезпечити стійке та ефективне виробництво сонячної енергії, для переходу до джерел енергії, які є більш екологічно чистими..

Існують різні типи сонячних панелей, кожна з яких має свої особливості та переваги. Вибір правильного типу панелей залежить від конкретних умов регіону, бюджету і потреб споживачів. Проте, сонячні панелі будь-якого типу можуть перетворювати сонячне випромінювання в чисте і ефективне електрику, сприяючи майбутньому сталої і екологічно чистої енергії.

## **1.2 Сонячні панелі: переваги та недоліки**

Використання сонячних панелей для виробництва електроенергії розглядається як важливий крок до сталого розвитку та зменшення залежності від вугільного палива. Однак, крім абсурдних переваг, є і помітні недоліки. Розглянемо як плюси, так і мінуси використання сонячних панелей .

Переваги сонячних панелей:

1. Екологічно чиста енергія: використання сонячних панелей не призведе до викидів CO<sub>2</sub> та інших шкідливих речовин, зменшуючи вплив на зміну клімату та загрози здоров'ю людини.

2. Відновлювані джерела енергії: сонячна енергія є нескінченним ресурсом, тому використання сонячних панелей може допомогти зменшити залежність від обмежених природних ресурсів.

3. Низькі експлуатаційні витрати: після встановлення сонячної панелі експлуатаційні витрати мінімальні, оскільки сонячна енергія безкоштовна, а панель майже не потребує обслуговування.

4. Віддалена доступність: сонячні панелі можуть бути встановлені в будь-якому місці, де є сонячна радіація, тому вони можуть подавати електроенергію у віддалені райони.

#### Недоліки сонячних панелей:

1. Висока початкова вартість: встановлення сонячних панелей вимагає витрат на встановлення та значного обладнання, яке може бути недоступним для багатьох споживачів.

2. Залежить від погоди: ефективність сонячних панелей залежить від наявності сонячного світла, тому вони можуть бути менш ефективними в похмурі дні та вночі.

3. Значні потреби в просторі: для встановлення сонячних панелей потрібна велика площа, що може бути проблематичним у великих містах та на обмежених територіях.

4. Енергоефективність: сучасна технологія сонячних панелей має обмежену енергоефективність, що означає, що вона може не забезпечувати достатньо електроенергії для задоволення всіх потреб споживачів.

Сонячні панелі мають чисельні переваги над традиційними джерелами енергії, але важливо враховувати недоліки цієї технології. Зростаючі технічні та економічні вдосконалення допоможуть зменшити недоліки сонячних панелей та заохотити їх ширше використання в майбутньому.

### 1.3 Сонячні електростанції

Сонячна електростанція - це технічна споруда, що перетворює сонячне випромінювання на електричну енергію. Конструкція таких станцій може відрізнятися в залежності від методів перетворення сонячного випромінювання.



Рисунок 1.1 - Схема сонячної електростанції

Сонячні електростанції можна розділити на два основних типи: фотоелектричні, що безпосередньо перетворюють сонячну енергію в електричну за допомогою фотоелектричних модулів, та термодинамічні, що спочатку перетворюють сонячну енергію в теплову, а потім у електричну. Зазвичай потужність термодинамічних станцій перевищує потужність фотоелектричних.

Компоненти сонячних електростанцій включають наступне:

1. Фотоелектричні панелі (сонячні модулі), які перетворюють сонячну енергію на електричну енергію.
2. Контролер, який регулює роботу сонячної фотоелектричної системи, щоб уникнути перевантаження або зворотного струму у нічний час.
3. Акумулятор, який зберігає електроенергію, що генерується сонячними модулями.
4. Інвертор, який перетворює постійний струм від сонячних панелей у змінний, необхідний для живлення електричних приладів.

5. Електричний лічильник, який фіксує кількість електроенергії, що подається в мережу або використовується споживачами.

Робота сонячної електростанції включає наступні етапи: сонячні промені падають на фотоелектричні модулі, які перетворюють їх на електричну енергію. Сонячні модулі можуть бути з кристалічного кремнію або монокристалів, останні зазвичай мають більш тривалий термін служби і вищу ефективність. Кількість енергії, що генерується сонячними модулями, залежить від їхньої ефективності, розміру та рівня сонячної радіації.

Електрична енергія, отримана від сонячних панелей, потім проходить через підключений акумулятор, щоб зарядити акумуляторні батареї.

Далі енергія живить споживачів та може бути підключена до зовнішньої мережі для передачі надлишків енергії.

Сонячні електростанції можуть бути двох типів: мережеві, які підключаються до зовнішньої мережі, та автономні, які зазвичай призначені для задоволення власних потреб і можуть передавати надлишки енергії у мережу.

Українське законодавство дозволяє громадянам продавати електроенергію, що генерується їх сонячними електростанціями, за спеціальними "зеленими" тарифами.

## 1.4 Вітряки та їх види

Вітряки або вітряні турбіни стали символом сучасних технологій у виробництві електроенергії. Використовуючи енергію вітру, вони перетворюють її в електричну енергію. Це одне з найбільш екологічно чистих та доступних відновлюваних джерел енергії. Вітряки відіграють ключову роль у стратегії переходу до більш стійкої та екологічно чистої енергії та допомагають зменшити залежність від вугілля, нафти та інших забруднюючих видів палива.

Залежно від регіону, місцевості та технічних можливостей використовуються різні типи вітряків:

- Горизонтально обладнаний вітряк є одним з найпоширеніших типів вітрових електростанцій, що використовуються для виробництва електроенергії з енергії вітру. Основний принцип роботи полягає в тому, що лопаті вітряка розташовані горизонтально і обертаються навколо вертикальної осі під дією вітру.

Однією з основних переваг горизонтально обладнаних вітряків є їх висока ефективність виробництва електроенергії. Завдяки конструкції, яка дозволяє лопатям перетворювати енергію вітру під час обертання, ці вітряки можуть виробляти значну кількість електроенергії в умовах помірного вітру.

Крім того, горизонтально обладнані вітряки характеризуються невеликими втратами енергії через тертя та інші процеси, що дозволяє їм ефективно працювати протягом тривалого часу. Крім того, їх розмір і потужність можуть бути легко адаптовані до різних умов і потреб споживачів.

Але вітряки, обладнані горизонтально, також мають свої недоліки. Наприклад, вони можуть бути неефективними при дуже низьких або дуже високих швидкостях вітру. Крім того, їх розміри і дизайн можуть бути важкими для транспортування і установки, особливо у важкодоступних місцях.

- Вітряк з вертикальним обладнанням являє собою інноваційну технологію в області виробництва енергії вітру[11]. На відміну від традиційних горизонтальних вітряків, вітряки, обладнані вертикально, мають вертикальну вісь обертання, яка дозволяє їм працювати з підвітряного боку в будь-якому напрямку.

Однією з ключових переваг вертикально обладнаних вітряків є універсальність та ефективність при різних умовах вітру. Така конструкція дозволяє збирати енергію вітру з будь-якого напрямку, що робить їх особливо ефективними в непередбачуваних вітрових умовах або в місцях з низькою швидкістю вітру.

Крім того, вертикально обладнані вітряки мають і інші переваги в порівнянні зі звичайними вітряками. Наприклад, вони можуть бути встановлені на невеликих ділянках землі і мати менший вплив на ландшафт. Основний механізм розташований близько до землі, тому його також легко обслуговувати.

Але вони також мають свої недоліки. Наприклад, їх ефективність, як правило, нижча через їх менші розміри та потужність. Крім того, вони можуть бути менш ефективними в умовах сильного вітру порівняно з горизонтальними вітряками.

• Морські вітроелектростанції є важливою складовою сучасної вітроенергетики, яка використовується для виробництва електроенергії у відкритому океані або океанах. Ці електростанції встановлюються на морських платформах або стійках, закріплених на морському дні, і використовують вітрила для приведення в рух лопатей вітрових турбін.

Однією з ключових переваг морських вітрових електростанцій є їх здатність виробляти велику кількість електроенергії. На прибережні райони часто впливають більш стійкі сильні вітри, при яких вітрогенератори працюють ефективніше і можуть виробляти більше енергії порівняно з електростанціями на суші.

Крім того, морські вітрові електростанції мають менший вплив на ландшафт і мають менше конфліктів із землевласниками, ніж вітрові електростанції на суші.

Але Морські вітрові електростанції також мають свої недоліки. Наприклад, їх будівництво та експлуатація можуть бути дорожчими та складнішими порівняно з наземними електростанціями. Вони також можуть бути більш вразливими до морських умов, таких як шторми та корозія.

• Мікро вітрогенератор-це компактний вітрогенератор, призначений для виробництва електроенергії в місцях з обмеженим простором або низькою вітровою активністю. Ці невеликі вітрогенератори можуть мати різні розміри, від

десять сантиметрів до декількох метрів у висоту, і використовуються як альтернативні джерела енергії для домашніх споживачів, малого бізнесу або віддалених районів, які не мають доступу до електромережі.

Одним з основних переваг мікро-вітряних турбін є їх компактність і маневреність. Їх можна легко переміщати і встановлювати на дахах, стінах або інших конструкціях без необхідності у великому просторі, що робить їх ідеальним вибором для місць з обмеженим простором. Крім того, їх можна переміщати і встановлювати у віддалених місцях, де немає можливості підключитися до центральної електромережі.

Ще одна важлива перевага полягає в тому, що мікро-вітряки можуть ефективно працювати при низьких швидкостях вітру[15]. Це дозволяє йому виробляти електроенергію навіть у місцях з помірним вітром, що може знизити ефективність традиційних вітрових турбін.

Але у мікроавітряки мають і недоліки. Наприклад, їх діяльність може бути обмежена в місцях з великими перешкодами або неправильною географією. Крім того, вони можуть бути менш ефективними в умовах сильного вітру порівняно з більшими вітровими турбінами.

Вітряки не тільки забезпечують енергією, але й сприяють розвитку технологій, збільшенню числа робочих місць та поощренню новаторства. у відновлюваних джерелах енергії. Вони є ключовими елементами в боротьбі зі зміною клімату і забезпечують сталий розвиток для майбутніх поколінь.

### **1.5 Вітрові електростанції: переваги та недоліки**

Вітрові електростанції вважаються одним із найбільш перспективних джерел відновлюваної енергії, проте вони мають свої плюси та мінуси.

Переваги:

- Відновлювана енергія: основною перевагою вітрових електростанцій є використання енергії вітру, яка є відновлюваним і нескінченно використовуваним

ресурсом. Це допоможе знизити залежність від імпортного палива і заощадити на природних ресурсах.

- Низька екологічна шкідливість: вітрові електростанції не виділяють шкідливих газів або інших забруднюючих речовин в атмосферу, Що робить їх дуже екологічно чистим джерелом енергії. Це допомагає зменшити викиди парникових газів та забруднення повітря.

- Енергетична незалежність: вітрові електростанції дозволяють країнам забезпечувати себе енергією з власних джерел, зменшують залежність від імпортних джерел енергії та підвищують енергетичну безпеку.

- Ефективне землекористування: вітрові електростанції можуть бути розміщені на землях, непридатних для сільського господарства, що дозволяє ефективно використовувати земельні ресурси.

Недоліки:

- Залежність від погодних умов: 1. Одним з основних недоліків вітрових електростанцій є залежність від погодних умов, особливо від сили та напрямку вітру. Нестабільність вітру може призвести до непередбачуваного виробництва електроенергії.

- Ландшафтний ефект: для багатьох людей вітрові електростанції непривабливі і можуть порушити природний ландшафт. Це також може вплинути на місцевих жителів через шум та візуальне забруднення.

- Висока вартість установки: вітрові електростанції вимагають значних інвестицій на етапі установки, таких як виробництво та встановлення вітрових турбін та підключення до електромережі.

- Вплив на диких птахів: великі вітрогенератори можуть негативно вплинути на птахів, які можуть зіткнутися з лопатями вітрогенератора.

Загалом, вітрові електростанції мають великий потенціал як відновлюване джерело енергії, але їх ефективність та впровадження залежать від ряду факторів, включаючи технологічні можливості, місцеві умови та соціальні аспекти.

## 1.6 Зелений тариф

Зелені тарифи-це спеціальна спонсорована урядом програма, спрямована на стимулювання виробництва електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), зокрема сонячної, вітрової, гідроенергетичної та біомаси[14].

Зелений тариф, введений в дію в 2009 році, встановлює гарантовану ціну за кожен кіловат електроенергії, виробленої з використанням відновлюваних джерел енергії. Ця ціна фіксується протягом терміну дії контракту, який може становити до 20 років, залежно від типу відновлюваної енергії та року підписання контракту.

Основними перевагами зелених тарифів є стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії, зменшення залежності від імпорту енергії, стимулювання розвитку нових технологій та створення нових робочих місць у галузі відновлюваної енергетики.

Однак програма зелених тарифів також має свої недоліки, які необхідно декомунізувати, щоб забезпечити баланс між інтересами інвесторів та споживачів

У зв'язку з цим Україна внесла зміни до своєї системи підтримки відновлюваних джерел енергії, зокрема, у зв'язку з переходом на систему конкурентних аукціонів зі встановлення тарифів на електроенергію з відновлюваних джерел, що сприяє більш ефективному використанню ресурсів і знижує фінансовий тягар державного бюджету.

Як працюють зелені тарифи?:

Фіксована ціна: зелений тариф передбачає встановлення фіксованої ціни на електроенергію, вироблену з використанням відновлюваних джерел енергії. Ці ціни можуть бути встановлені вище, ніж для традиційних джерел енергії, щоб стимулювати розвиток екологічно чистих технологій.

Гарантований викуп: оператори енергетичних систем зобов'язані гарантувати викуп всієї електроенергії, виробленої за зеленими тарифами, за фіксованою ціною, незалежно від ринкового попиту.

Додаткові стимули: у деяких випадках, крім фіксованої ціни, виробники чистої енергії можуть також надавати додаткові стимули, такі як пільговий доступ до енергосистеми, податкові пільги та субсидії.

Переваги зелених тарифів:

- Розвиток відновлюваних джерел енергії: зелені тарифи сприяють активному розвитку джерел енергії які мона відтворити, таких як сонячна та вітрова енергія, та сприяють розвитку традиційних джерел енергії, таких як вугілля та нафта.

- Зменшити викиди парникових газів: використання екологічно чистих джерел енергії сприяє зменшенню впливу змін клімату та поліпшення стану атмосфери, допомагаючи зменшити викиди парникових газів та інших забруднюючих речовин.

- Енергетична незалежність: розвиток відновлюваних джерел енергії з використанням зелених тарифів може підвищити енергетичну незалежність країни за рахунок зниження її залежності від імпортного палива.

Недоліки зелених тарифів:

- Підвищення цін: у деяких випадках використання зелених тарифів є дорогим для споживачів, оскільки собівартість виробництва Зелена енергія може бути вищою, ніж традиційні джерела.

- Нестабільність змін у політиці: зелені тарифи часто залежать від політичної волі та стабільності правової бази, що може створити невизначеність для інвесторів у відновлювані джерела енергії.

- Можливість зловживань: недоліком зелених тарифів є те, що вони не застосовуються до виробників, які можуть отримати фінансову вигоду, не вносячи реального внеску в розвиток відновлюваних джерел енергії.

Загалом, зелені тарифи є важливим інструментом для забезпечення процвітання та сталого розвитку відновлюваних джерел енергії.

## **1.7 Порівняння вітряків та сонячних панелей. Доцільність використання**

Переваги сонячних панелей перед вітряками

Сонячні панелі, які використовують сонячну енергію для виробництва електроенергії, стають все більш популярними у світі як ефективне та екологічно чисте джерело енергії. Якщо порівняти їх з вітровими турбінами, ви зможете визначити деякі важливі переваги:

#### 1. Ефективність в умовах обмеженого простору:

Сонячні панелі можуть бути встановлені в житлових будинках, на корпоративних дахах або навіть у невеликих приміщеннях з обмеженим простором, що робить їх ідеальними для місць з обмеженим простором. Навпаки, вітряки вимагають значного простору для ефективної роботи і зазвичай встановлюються на відкритих майданчиках або на березі.

#### 2. Мінімальне технічне обслуговування та відсутність рухомих частин:

Оскільки сонячна панель не має рухомих частин, після встановлення вона потребує мінімального обслуговування. Це робить їх дуже надійним і довговічним джерелом енергії. У той же час вітряки потребують регулярного обслуговування та підтримки для забезпечення оптимальної продуктивності, що може збільшити експлуатаційні витрати.

#### 4. Мінімізування впливу на ландшафт:

Установка сонячних панелей не вимагає значних змін ландшафту, не робить негативного впливу на естетику навколишнього середовища і може мати важливе значення для збереження природних багатств. У той же час великі вітряки можуть змінювати ландшафт і впливати на ландшафт.

Як результат, у більшості випадків сонячні панелі є більш практичним та ефективним рішенням, особливо в місцях, де потрібен обмежений простір та екологічно чисті джерела енергії.

Також можна враховувати статистику сонячних і вітряних днів.

Ознайомившись з даними щодо сонячної радіації за кілька років, ми можемо провести оцінку потенціалу виробництва електроенергії за допомогою сонячних модулів у різних регіонах України. Середньомісячний рівень сонячної радіації в містах України, кВтг / м<sup>2</sup> / день (середній показник НАСА за останні 20 років) показаний в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Інтенсивність сонячного випромінювання

Регіони/ Місяці	Січ.	Лют.	Бер.	Кв.	Тр.	Чер.	Лип.	Сер.	Вер.	Жов.	Лис.	Гр.	Серед. показ.
Вінниця	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,3	5,16	4,68	3,21	1,97	1,10	0,9	<b>3,11</b>
Луцьк	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79	<b>2,99</b>
Дніпро	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,70	5,08	3,66	2,27	1,20	0,96	<b>3,36</b>
Донецьк	1,21	1,99	2,94	4,04	5,48	5,55	5,66	5,09	3,67	2,24	1,23	0,96	<b>3,34</b>
Житомир	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83	<b>3,04</b>
Ужгород	1,13	1,91	3,01	4,03	5,01	5,31	5,25	4,82	3,33	2,02	1,19	0,88	<b>3,16</b>
Запоріжжя	1,21	2,00	2,91	4,20	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95	<b>3,44</b>
Івано- Франківськ	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	<b>2,94</b>
Київ	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	<b>3,10</b>
Кропивни- цький	1,20	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96	<b>3,30</b>
Луганськ	1,23	2,06	3,05	4,05	5,46	5,57	5,65	4,99	3,62	2,23	1,26	0,93	<b>3,34</b>
Львів	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3,00	1,85	1,06	0,83	<b>2,92</b>
Миколаїв	1,25	2,10	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04	<b>3,55</b>
Одеса	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04	<b>3,55</b>
Полтава	1,18	1,96	3,05	4,00	5,40	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91	<b>3,25</b>
Рівне	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81	<b>3,01</b>
Суми	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,10	0,86	<b>3,16</b>
Тернопіль	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	<b>2,99</b>
Харків	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,10	1,19	0,9	<b>3,26</b>
Херсон	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04	<b>3,55</b>
Хмельниць- кий	1,09	1,86	2,87	3,85	5,08	5,21	5,04	4,58	3,14	1,98	1,10	0,87	<b>3,06</b>
Черкаси	1,15	1,91	2,94	3,99	5,44	5,46	5,54	4,87	3,40	2,13	1,09	0,91	<b>3,24</b>
Чернігів	0,99	1,80	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3,00	1,86	0,98	0,75	<b>3,03</b>
Чернівці	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	<b>2,94</b>

Потенціал сонячної енергетики в Україні досить високий для широкого впровадження сонячних систем як теплового, так і фотоелектричного енергетичного обладнання практично у всій області[13]. В цілому територія України є зоною сонячної радіації середньої інтенсивності. Сонячна радіація в Україні становить 3500-5200 МДж /м<sup>2</sup> на рік. Це також дуже привабливо з точки зору інвестицій у місцеву сонячну енергію, оскільки наша країна має більше половини сонячних годин на рік, ніж країни ЄС. Однак кількість сонячної радіації залежить від координат місцевості, характеристик атмосфери та поверхні, часу та сезону. Таким чином, річна кількість сонячної радіації на квадратний метр значно варіюється в різних регіонах України.

Сезонний період активного використання сонячної енергії триває від 4 до 9 місяців в північних регіонах і від 3 до 10 місяців в південних регіонах, що становить 1900-2400 годин на рік. Середньорічна дека сонячної радіації коливається від 1070 кВтг / м<sup>2</sup> на півночі України і до 1400 кВтг / м<sup>2</sup> в південній частині країни. Залежно

від інтенсивності сонячної радіації (випромінювання) на території України необхідно визначити 1 з 4 регіонів, показаних на малюнку. 1.2.

У першій і другій зонах розташовані всі південні області України; більшість території країни входить до третьої зони, а четверта зона є найменш відповідною для використання сонячної енергії. Загалом Україна належить до регіону з середньою інтенсивністю сонячної радіації. У реальних умовах інтенсивність прямого і розсіяного сонячного випромінювання залежить від широти місцевості, прозорості атмосфери, характеристик земної поверхні, а також від часу доби і року.

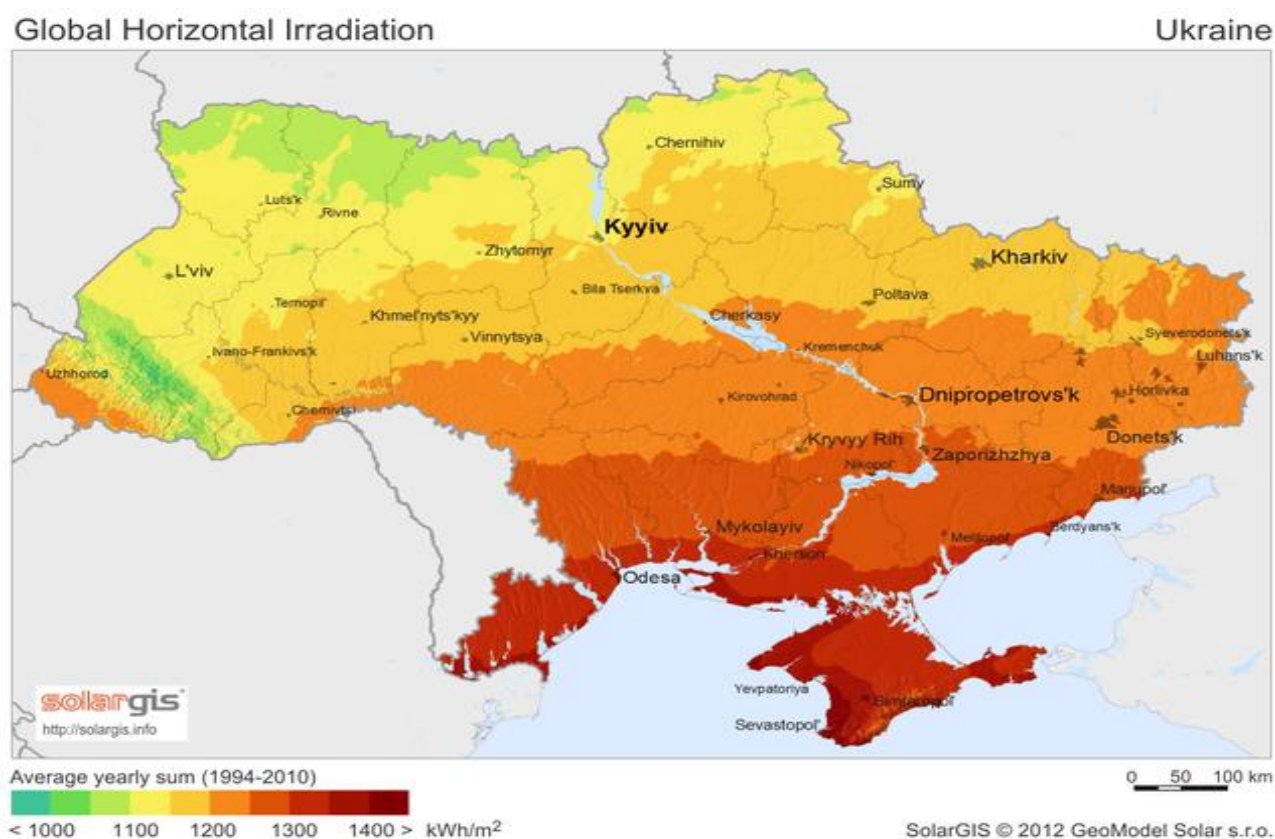


Рисунок 1.2 – Зони інтенсивності сонячного випромінювання в Україні

Використання енергії вітру для зонування-це реалізація енергії природних геофізичних процесів, тому дані про вітровий режим, тобто зміну швидкості вітру в часі і просторі, повинні бути вказані у вигляді об'єктивних числових характеристик. Аналізуючи ці дані, можна прийти до висновку, що в Україні існує значний кліматичний потенціал, який сприятиме ефективному функціонуванню як автономних вітряних генераторів, так і потужних вітроелектростанцій. Зростає потреба у визначенні найбільш перспективних області для використання енергії

вітру на основі показників кліматичного потенціалу та доступності. У зонуванні використовувалася середньорічна швидкість і мінливість вітру, питома потужність, загальні потенційні джерела енергії вітру і використовувана енергія вітру, тривалість енергії - активна швидкість вітру і спокій енергії, тривалість постійно діючої швидкості вітру (в якості критерію стабільності). вітряна турбіна). Властивості вибраного поля показані нижче (Таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Районування території України за потенціалом вітрової енергії

Район	Показники районування									Оцінка потенціалу вітрової енергії
	Середня річна швидкість вітру, м/с	Питома потужність вітрової енергії, Вт/м <sup>2</sup>		Сумарні вітроенергоресурси, МДж/м <sup>2</sup>		Тривалість (год.) різної швидкості вітру, м/с				
		потенційної	утилізованої	потенційні	утилізовані	загальна			безперервна	
						<3	>3	>5		
Узбережжя Чорного і Азовського морів, Південний берег Криму, вершини Українських Карпат, Кримських гір	5,5-6,5	250-300	200-250	8000-9500	7000-8000	1250-6500	5500-6500	3000-5500	20-35	Дуже високий потенціал. Найбільш сприятливі умови вітровикористання
Донецька височина, Приазовська та Причорноморська низовини	5,0-6,0	200-250	150-200	6000-7500	4500-5000	2250-2750	4500-5000	2000-3200	17-25	Високий потенціал. Сприятливі умови вітровикористання
Подільська та Придніпровська височини	4,0-5,0	150-200	100-150	4500-5500	3500-4500	2250-4750	400-5500	2250-3000	15-20	Достатній потенціал. Досить сприятливі умови
Поліська та Придніпровська низовини, Волинська височина	3,0-4,5	50-120	30-100	1500-4500	1000-3500	4000-5000	3500-5000	1500-2800	12-17	Невисокий потенціал. Обмежено сприятливі умови
Передкарпаття, Закарпатська низовина, долини Українських Карпат, Кримських гір	1,5-2,5	10-40	5-10	200-500	100-300	5750-6250	2500-3000	500-1500	10-15	Низький потенціал. Несприятливі умови вітровикористання.

Географічно Полтавщина відноситься до Придніпровської низовини, що характеризується невисоким вітровим потенціалом та нерівномірним його розподілом протягом року. Умови вітровикористання менш сприятливі ніж в інших районах, тому рекомендується розміщення тихохідних вітроенергоустановок, рентабельність яких підвищуватиметься у холодний період року, однак у порівнянні з іншими районами залишається не високою.

### Висновок до розділу 1

Порівнюючи вітряні та сонячні показники на території міста Полтава, виявлено, що використання сонячних панелей виявляється більш доцільним з погляду отримання енергії. Аналіз показав, що сонячні панелі забезпечують більш стабільне

та передбачуване вироблення електроенергії порівняно з вітровими установками в даному регіоні. Більша кількість сонячних годин і відносно вищі сонячні інтенсивності роблять сонячні панелі привабливішим варіантом для забезпечення енергетичних потреб регіону. Такий аналіз вказує на перспективність застосування сонячної енергії як ефективного джерела відновлювальної енергії в місті Полтава та його околицях.

## РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ЖИВЛЕННЯ

Сонячні модулі - це фотоелектричні панелі, які перетворюють сонячне випромінювання в електричну енергію. До них прикріплені модулі, ізоляційні матеріали і безліч невеликих сонячних елементів із захисним верхнім шаром.

Монтажна конструкція - це рама або каркас, яка допомагає встановити сонячний модуль. Щоб забезпечити оптимальне розташування сонячного модуля, його можна розмістити на землі, на даху будівлі або на окремій підставці під кутом до сонячних променів.

Інвертор-це електронний пристрій, який конвертує постійний струм, що генерується модулем сонячних елементів, у змінний струм, що використовується в електричній мережі. Інвертор також забезпечує моніторинг та управління системою, включаючи моніторинг продуктивності та захист від перенапруги або короткого замикання.

З'єднувальний провід електричні кабелі та дроти використовуються для підключення сонячних модулів до інверторів і передачі електроенергії від сонячних електростанцій до електромереж.

Мережевий порт-це точка підключення сонячної електростанції до електромережі. Вироблена в цей момент електроенергія подається в мережу і може використовуватися споживачами або продаватися комунальним підприємствам. Система моніторингу: система моніторингу використовується для ефективного моніторингу та управління мережевими сонячними електростанціями. Він може контролювати продуктивність системи, контролювати роботу сонячних модулів, інверторів та інших компонентів, а також збирати дані про вироблену електроенергію.

### 2.1 Сонячні модулі

Вони складаються з різних сонячних панелей, які генерують електричний струм при взаємодії з сонячним випромінюванням.

Кожна сонячна панель виготовлена з напівпровідникового матеріалу, як правило, кремнію. Коли сонячне випромінювання потрапляє в клітину, фотони збуджують електрони в напівпровідниковому матеріалі, створюючи потік струму.

Ці модулі зазвичай складаються з декількох з'єднаних між собою сонячних елементів. Вони можуть мати різні форми та розміри, включаючи прямокутні або квадратні панелі. Крім того, модуль має захисний верхній шар, який захищає клітинку від шкідливих зовнішніх впливів, таких як погодні умови або механічні пошкодження.

Сонячний модуль являє собою монтажну конструкцію, яка може бути встановлена на підлозі, на даху будівлі або на спеціальній підставці. Кут нахилу і орієнтація модуля можна регулювати, щоб максимізувати збір сонячної енергії.

Ці частини з'єднані за допомогою проводів, по яких генерується струм подається на інвертор. Інвертор перетворює постійний струм, що генерується модулем сонячних елементів, в змінний струм, який застосовується в електричній мережі.

## 2.2 Інвертор

Він виконує важливу функцію при перетворенні постійного струму, що генерується сонячним модулем, у змінний струм, що використовується в електричній мережі. Інвертор також забезпечує контроль і оптимізацію роботи системи. Інвертор приймає постійний струм від модуля сонячних елементів і перетворює його в змінний струм з відповідними характеристиками, такими як напруга і частота. Потім цей змінний струм можна використовувати безпосередньо в будівлі або підключити до електромережі загального користування.

Інвертори також виконують безліч додаткових функцій, таких як моніторинг продуктивності системи, захист від перевантаження і короткого замикання, а також забезпечення безпеки при підключенні до загальнодоступної мережі[9]. Деякі Інвертори дозволяють використовувати додаткову потужність, що виробляється сонячними станціями, для подальшого використання в періоди низької сонячної активності або вночі[2].

Завдяки інверторам сонячні електростанції, підключені до електромережі, можуть забезпечувати стабільну та надійну електроенергію для використання в будівлях або громадських електричних мережах, зменшувати залежність від традиційних джерел енергії та сприяти сталому розвитку та захисту навколишнього середовища.

### **2.3 Система зберігання енергії**

Ця система відіграє важливу роль у забезпеченні постійного доступу до електроенергії в періоди низької сонячної активності або вночі.

Широко використовуються різні технології накопичення енергії, включаючи акумуляторні батареї, гідроелектричні генератори та системи накопичення тепла. Ці системи дозволяють зберігати надлишки електроенергії, що виробляється сонячними модулями або вітряними турбінами, і використовувати їх в періоди недостатньої сонячної або вітрової активності для задоволення потреб споживачів.

Системи накопичення енергії допомагають забезпечити стабільне електропостачання та ефективне використання енергії, особливо в умовах нестабільних погодних умов та нестабільності енергетичних мереж[1]. Він забезпечує незалежність від зовнішніх джерел енергії, зменшує витрати на електроенергію та забезпечує ефективне використання сонячної або вітрової енергії, що позитивно впливає на навколишнє середовище.

Завдяки системі накопичення енергії мережева сонячна електростанція забезпечує незалежність від зовнішніх факторів, сприяючи сталому розвитку енергетики[6], забезпечуючи безпеку будівель і систем.

### **2.4 Система моніторингу**

Він містить різні датчики та сенсори, які збирають дані про рівень сонячної активності, вироблену потужність, стан модуля та інші компоненти станції. Ці дані

надсилаються до центральної системи управління, яка аналізує її та приймає рішення про оптимізацію роботи сонячної станції.

Система управління забезпечує автоматичне налаштування параметрів роботи на об'єкті, таких як нахил і орієнтація модуля, напруга і частота електричного струму, зарядка акумулятора та інші, що забезпечує оптимальне використання сонячної енергії і підтримує роботу на об'єкті з максимальною продуктивністю. Система моніторингу та управління також включає функції віддаленого доступу та управління. Це означає, що оператор може контролювати роботу сонячної станції, аналізувати дані і вносити необхідні коригування в режим роботи за допомогою спеціального програмного забезпечення або мобільних додатків. Це дозволяє ефективно управляти і усувати потенційні проблеми і експлуатаційні збої.

За допомогою системи моніторингу та управління мережевою сонячною станцією можна ефективно керувати, оптимізувати та контролювати, що не тільки забезпечує надійну та стабільну роботу станції, але й підвищує загальну ефективність та продуктивність геліостанційної системи.

## **2.5 Система зворотного електричного з'єднання**

Ця система дозволяє сонячній станції взаємодіяти з електричною мережею і передавати надлишки електроенергії назад до гріду.

Система зворотного електричного підключення включає інвертор, який перетворює постійний струм, що генерується сонячним модулем, у змінний струм, сумісний з електричною мережею. Цей змінний струм може використовуватися для живлення електроприладів, освітлення будівель та інших електричних систем.

Система зворотного електричного підключення також дозволяє передавати надлишкову електроенергію, що виробляється сонячними електростанціями, назад в електричну мережу. Це може статися, коли енергоспоживання об'єкта нижче, ніж вироблення електроенергії станцією. Додаткова потужність може бути подана в мережу, і власник станції отримає компенсацію за цю енергію або зможе використовувати її в майбутньому.

Система не тільки забезпечує зв'язок між сонячною електростанцією і електромережею, дозволяючи ефективно використовувати електроенергію і управляти нею, але і допомагає знизити споживання традиційних джерел енергії і викиди в атмосферу[12].

Завдяки системі зворотного електричного підключення сонячна електростанція, підключена до електромережі, може не тільки забезпечувати свої власні потреби в електроенергії, але і сприяти стабільності роботи електричної мережі, додаткового виробництва екологічно чистої енергії і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

## **2.6 Система безпеки та захисту.**

Система відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки об'єкта та захисті його від можливих небезпек.

Системи безпеки включають датчики пожежі, системи автоматичного відключення, системи заземлення та блискавкозахисту, системи контролю температури та різні інші компоненти, ці компоненти допомагають уникнути небезпечних ситуацій, запобігти пошкодженню обладнання та забезпечити безпеку персоналу.

Крім того, система захисту включає заходи щодо запобігання несанкціонованого доступу до сонячної станції, такі як огорожі, системи контролю доступу та відеоспостереження. Це допомагає забезпечити конфіденційність та захист важливих даних та обладнання станції.

Системи безпеки і охорони є невід'ємною частиною мережевих сонячних електростанцій не тільки для забезпечення безпечної і надійної роботи станції, але і для запобігання можливих негативних наслідків аварій, пожеж або несанкціонованого доступу.

## 2.7 Розрахунок навантажень будинку

Щоб розрахувати навантаження змінного струму та визначити необхідне споживання енергії, потрібно обчислити загальну кількість навантаження змінного струму та обчислити загальну кількість споживаної енергії на рік.

Таблиця 2.1- Споживання електроенергії на протязі року

Назва	Кількість, шт.	Потужність приладу, P, Вт	Загальна потужність, P <sub>Σ</sub> , Вт	Час роботи, годин за рік	кВт*год / рік
Лампа світлодіодна	35	10	350	3640	1274,0
Холодильник	1	520	520	8320	4 326, 4
Комп'ютер	1	600	600	2000	1 200,0
Мікрохвильовка	1	1000	1000	300	3 000,0
Телевізор	2	150	300	2100	630,0
Електрична духовка	1	3000	3000	400	1 200,0
Пральна машина	1	1500	1500	180	270,0
Праска	1	2000	2000	180	360,0
Бойлер	1	1500	1500	1300	1 950,0
Фен	1	1000	1000	300	300,0
Чайник	1	1500	1500	200	300,0
Варочна поверхня	1	3000	3000	500	1 500,0
<b>Всього:</b>		15 780	16 270		16 310,4

Обрахунки будуть вестись враховуючи, що

$$W = 16\,310,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

Щоб визначити необхідну потужність постійного струму, почнемо з множення загальної потужності змінного струму  $W$  на коефіцієнт  $k = 1,2$ , враховуючи опір інвертора:

$$W_H = W \cdot k \quad (2.1)$$

Отже, необхідна потужність постійного струму з врахуванням опору інвертора становить:

$$W_H = 16\,310,4 \cdot 1,2 = 19\,572,5 \text{ кВт}$$

Значення вхідної напруги  $U$  інвертора визначається залежить від конкретних умов характеристик обраного інвертора. Зазвичай це напруга 12 або 24 В, але для потужних систем воно може перевищувати 48 В. інвертор вибирається таким чином, щоб його потужність була більше, ніж потужність змінного струму, помножена на коефіцієнт  $k$ .

Щоб вибрати інвертор, враховується активна потужність  $P_{\text{інв}}$ , і її можна розрахувати, розділивши  $W_H$  на кількість годин на рік.

$$365 \cdot 24 = 8\,760 \text{ годин}.$$

$$P_{\text{інв}} = \frac{W_H}{8760} \quad (2.2)$$

$$P_{\text{інв}} = \frac{19\,572,5}{8760} = 2,24 \text{ кВт}$$

При виборі інвертора необхідно враховувати наступні критерії:

1. Надійна конструкція: вибір інвертора з надійною конструкцією забезпечує тривалість служби і зводить до мінімуму ймовірність поломки або відмови.
2. Простота в експлуатації: купуючи інвертор з простим і інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом управління, його легко налаштувати і контролювати, не вимагаючи глибоких технічних знань.

3. Захист входів і виходів електричних ланцюгів: переконайтеся, що інвертор має вбудовані захисні механізми для захисту від перенапруги, перевантаження, короткого замикання та інших небезпечних ситуацій.

4. Забезпечення високої точності у підтримці частоти і значення вихідної напруги: для надійної роботи підключеного пристрою інвертор повинен забезпечувати стабільне і точне підтримання бажаної частоти і значення вихідної напруги.

5. Висока міцність до перевантажень.: інвертор повинен мати достатню перевантажувальну здатність, щоб справлятися з перехідними піковими навантаженнями, які можуть виникнути під час роботи деяких пристроїв.

6. Синусоїдальна вихідна напруга: деяка електроніка може бути нестабільною або чутливою до спотворених форм сигналів, тому важливо зазначити, що інвертор генерує чисту синусоїдальну хвилю при вихідній напрузі.

Крім того, потрібно врахувати потужність інвертора, якої повинно вистачити для забезпечення необхідної вихідної потужності в 3 кВт і більше.

Тому перевагу було віддано автономному інвертору "Солісрхі-3п5к-ХВЕС-5Г", паспортні дані якого наведені в таблиці 2.2

Цей інверторний перетворювач має рейтингову вихідну потужність 5 кВт і вхідна напруга постійного струму знаходиться в діапазоні 160-600 В. вибір потужності трохи більше розрахункової (2,24 кВт). Це пов'язано з необхідністю мати необхідний пусковий струм і запас ходу для забезпечення стабільної роботи електроприладів.

Для інвертора такої потужності рекомендується підключати сонячні панелі у кількості до 25 штук послідовно і з потужністю до 175 Вт.

Таблиця 2.2 -. Технічні характеристики інвертора

Виробник:	Solis
Модель:	RHI-3P5K-HVES-5G
Номінальна потужність, кВт	5
Номінальна резервна потужність, кВт	5
Короткочасна резервна потужність, кВА	10
Час перемикання, мс	<40
Номінальна напруга мережі змінного струму, В	Трифазна мережа, 3/N/PE, 220/380В, 230/400В
Тип підтримуваних АКБ	Літій-залізо-фосфатні (LiFePO <sub>4</sub> )
Робоча напруга АКБ, В	160-600
Сумісні виробники АКБ	BYD, Pylontech
Максимальна потужність фотомодулів, кВт	8
Кількість МРРТ	2
Максимальна напруга масиву фотомодулів, В	1000
Номінальна напруга масиву фотомодулів, В	600
Стартова напруга, В	160
Максимальний/Європейський ККД/Заряду-розряду АКБ, %	98,4/97,7/97,5
Розміри, мм	535 x 455 x 181
Вага, кг	25
Гарантія, років	5

## 2. 8 Визначення необхідної ємності акумулятора

Ємність, яку акумулятор повинен мати протягом відповідного року навантаження змінного струму, розраховується наступним чином:

$$q_{\text{рік}}^{\text{ЗМ}} = \frac{W_{\text{н}}}{U_{\text{інв}}} \quad (2.3)$$

$$q_{\text{рік}}^{\text{ЗМ}} = \frac{19\,572,5}{230} = 85 * 10^3 \text{ А*Г}$$

Припустимо, оскільки в будинку немає навантаження на постійний струм  $W_{\text{пост}} = 0$ , то загальна необхідна ємність акумуляторної батареї для забезпечення електроенергії на річний період  $q_{\text{рік}}$ :

$$q_{\text{рік}} = q_{\text{рік}}^{\text{ЗМ}} \quad (2.4)$$

$$q_{\text{рік}} = 85 * 10^3 \text{ А * Г}$$

За день значення споживаних ампер-годин буде розрахованим при діленні

$q_{\text{рік}}$  на 365:

$$q_{\text{д}} = \frac{85 * 10^3}{365} = 233 \text{ А * Г} \quad (2.5)$$

Для визначення максимальної кількості послідовних "безсонячних днів" ( $N_{\text{бс}}$ ), ми можемо скористатись таблицею А.1 з додатку А, яка надає орієнтовані дані для режиму експлуатації. Якщо ми використовуємо фотоелектричну систему (ФЕС) з дублюванням від міської енергомережі, ми можемо визначити мінімальну кількість днів без сонця - 1, щоб знизити витрати. У такому випадку, коли сонячна енергія недоступна, акумулятори будуть заряджатися від запасного джерела електроенергії.

Крім того, цей параметр також враховує обрану кількість днів, протягом яких акумуляторні батареї зможуть самостійно жити навантаження без підзарядки.

Приймаємо, що  $N_{\text{бс}} = 1$ .

Тоді загальна ємність акумуляторної батареї, з урахуванням кількості днів без сонця:

$$q_N = q_d * N_{bc} \quad (2.6)$$

$$q_N = 233 * 1 = 233 \text{ А * г}$$

Акумуляторні батареї мають фактор глибини допустимого розряду, що становить 70% від загальної ємності. Цей фактор позначається як коефіцієнт  $\gamma$ , що дорівнює 0,7. Заряд акумуляторної батареї, враховуючи глибину розряду, обчислюється наступним чином:

$$q_\gamma = \frac{233}{0.7} = 322 \text{ А * г} \quad (2.7)$$

Для обрахування температури приміщення, де розташовані акумуляторні батареї, ми вибираємо коефіцієнт  $\alpha$  з таблиці А.2 (з додатку А). Цей коефіцієнт враховує зменшення ємності АКБ при зниженні температури. Зазвичай використовується середня температура зимою. Наприклад, якщо АКБ знаходяться в будівлі і температура становить 21,2 °С, то коефіцієнт  $\alpha$  дорівнює 1,04. Загальна необхідна ємність АКБ буде обчислена за наступною формулою:

$$q_{заг} = q_\gamma * \alpha \quad (2.8)$$

$$q_{заг} = 233 * 1.04 = 242 \text{ А * г}$$

Якщо номінальна напруга  $U_{ном} = 12.8 \text{ В}$ , ємність  $q_{ном} = 100 \text{ А}$  то поділивши загальну необхідну ємність батарей на номінальну ємність обраної акумуляторної батареї і округливши отримане значення, отримаємо кількість батарей, які потрібно з'єднати паралельно. :

$$N_{пар}^{АКБ} = \frac{q_{заг}}{q_{ном}^{АКБ}} \quad (2.9)$$

$$N_{пар}^{АКБ} = \frac{233}{100} \approx 2$$

Поділивши номінальну напругу постійного струму інвертора  $U_{\text{інв}}$  на номінальну напругу акумуляторної батареї  $U_{\text{ном АКБ}}$ , отримаємо кількість батарей, які необхідно з'єднати послідовно.  $N_{\text{посл АКБ}}$ :

$$N_{\text{посл АКБ}} = \frac{U_{\text{інв}}}{U_{\text{ном АКБ}}} \quad (2.10)$$

$$N_{\text{посл АКБ}} = \frac{230}{12.8} = 18$$

Вибираємо необхідну кількість АКБ  $N^{\text{АКБ}}$ :

$$N^{\text{АКБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} * N_{\text{посл}}^{\text{АКБ}} \quad (2.11)$$

$$N^{\text{АКБ}} = 18 * 2 = 36$$

При напрузі 12.8 В та ємності 100 А·год найкращим вибором стане акумулятор Ахіота АХ-LFP-100/12.8, 100 Ah. Враховуючи ринкову вартість ,яка становить 15400 грн. Додавши вартість 36 таких АКБ, кінцеві затрати будуть складатись з 560 тис грн.

Після розрахунків стало зрозуміло, що вартість необхідних акумуляторів значна. Оскільки такі великі капіталовкладення були непрактичними, ми вирішили відмовитися від такої кількості батарей і встановити лише невелику кількість батарей на випадок відключення електроенергії від джерела живлення. Це пов'язано з тим, що в країні введено надзвичайний воєнний стан.

Для автономної роботи на добу з урахуванням аварійної ситуації, коли немає джерела світла, з урахуванням використання найнеобхідніших побутових приладів, таких як холодильник, лампа, бойлер, буде достатньо 4х батарей, загальна вартість яких складе 62000 грн.

## 2.9 Визначення оптимального положення сонячних панелей

Для визначення кількості пікових сонце-годин потрібно знати середнє значення сонячного випромінювання в даній області або за деякий період часу в Полтавській області протягом місяця. Коли фотоелектрична система (СП) встановлюється під

кутом  $\beta$  відносно горизонту, необхідно перерахувати сонячне випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу. Кути нахилу сонця для конкретної місцевості наведені в таблиці. 2.4.

Розрахунок кількості пікових сонце-годин проводиться на основі середньорічної величини для економії на фотоелектричній схемі з дубльованою системою. У теплий період року, коли інсоляція більша, надлишкова енергія, вироблена системою, може бути передана до міської електромережі, а в холодний період - компенсована.

Якщо СП встановлюється під кутом  $\beta$  до горизонту, середнє денне значення кількості сонячної енергії, що падає на похилу поверхню  $E_n$ , можна обчислити за допомогою наступної формули:

$$E_n = R * E \quad (2.12)$$

де  $E$  – середнє значення денної кількості сонячної енергії, що надходить на горизонтальну поверхню;  $R$  – відношення середньої денної кількості сонячної радіації, що надходить на похилу і горизонтальну поверхні.

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) * R_{\Pi} + \frac{E_p}{E} * \frac{1 + \cos\beta}{2} + \rho * \frac{1 - \cos\beta}{2} \quad (2.13)$$

Коефіцієнт перерахунку з горизонтальної площини на похилу з південною орієнтацією розраховується як сума значень розсіяного, відбитого і прямого випромінювання.

Де,  $E_p$  – середнє значення кількості розсіяного випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню, кВт·г/м<sup>2</sup>;

$\frac{E_p}{E}$  - середньоденна частина розсіяного сонячного випромінювання

$R_{\Pi}$  – середній місячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної на похилу поверхню;  $\beta$  – кут нахилу поверхні СП до горизонту;  $\rho$  – коефіцієнт відбивання поверхні Землі і навколишніх тіл.

Зимом  $\rho = 0,7$ ; Влітку  $\rho = 0,2$ .

Середній місячний коефіцієнт перетворення прямого сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу.:



Виробництво енергії сонячними фотоелектричними елементами (СП) залежить від кута падіння сонячного світла на СП. Максимальна ефективність досягається при куті падіння 90 градусів. При зміщенні під цим кутом більша частина променів відбивається, а не поглинається.

Взимку Сонце коротше, хмарніше, а положення сонця на небі нижче, тому потік сонячної радіації значно менше. Якщо ви плануєте використовувати систему лише в літні місяці, ви можете використовувати значення літнього кута. Але якщо система працює цілий рік, має сенс вибрати значення кута, відповідне зимі. Для забезпечення надійного електропостачання зазвичай вибирається найнижчий середньомісячний показник за період, на який заплановано використання сонячних енергетичних систем (СЕС).

Враховуючи ці факти, наша система може переходити в зимовий або літній режим, змінюючи кут нахилу акумулятора за допомогою акумуляторного штатива, а оптимальний кут нахилу вибирається відповідно до середнього значення для певного періоду року.

За формулою коефіцієнта перерахунку з горизонтальної на похилу поверхню стає очевидним, що цей коефіцієнт є залежним від кута нахилу  $\beta$ . Тому ми повинні визначити значення кута нахилу, при якому функція досягає максимального значення.

Для цього ми виконаємо розрахунки у програмі MathCad.

Розглянемо це на прикладі для місяця червня. Для цього ми використаємо такі параметри:

Середню денну частку розсіяного сонячного випромінювання,  $E_p/E = 0.4$ , яка відповідає відношенню розсіяного випромінювання до середнього значення за червень.

Коефіцієнт відбивання (альbedo) поверхні Землі і навколишніх тіл, який приймається рівним 0.2 для літа.

Кут між лінією, що з'єднує центри Землі і Сонця, і його проекцією на площини екватора,  $\delta = 23.3^\circ$ .

Часовий кут заходу (сходу) Сонця для горизонтальної поверхні,  $\omega_z = 65$ .

Часовий кут заходу Сонця для похилої поверхні з південною орієнтацією.,  $\omega_{zn} = 61^\circ$ .

Широту місцевості, яка дорівнює  $50^\circ$ .

Умову для визначення оптимального кута нахилу поверхні сонячної панелі до горизонту  $\beta$ , при максимальному значенні  $R$ . Значення були розраховані за допомогою програмного забезпечення MathCad, текст програми та приклад розрахунку наведено в додатку Б. Знайдений кут нахилу  $\beta$  дорівнює

$69.5^\circ$ , а  $R(\beta) = 2$ .

В результаті проведених розрахунків були визначені залежності коефіцієнта перерахунку з горизонтальної на похилу поверхню від кута нахилу поверхні сонячної панелі до горизонту. На прикладі січня, для широти місцевості  $50^\circ$ , ця залежність показана на рисунку 3.1.

Графіки, що показують залежності для інших місяців, у залежності від широти місцевості.  $50^\circ$  наведені в Додатку А.

Отже, ми розглянемо альтернативний підхід для визначення максимальних значень коефіцієнта перерахунку з горизонтальної на похилу поверхню з південною орієнтацією.  $R$  при куті нахилу сонячної панелі до горизонту  $\beta$ . Отримані дані представлені в Таблиці 2.5.

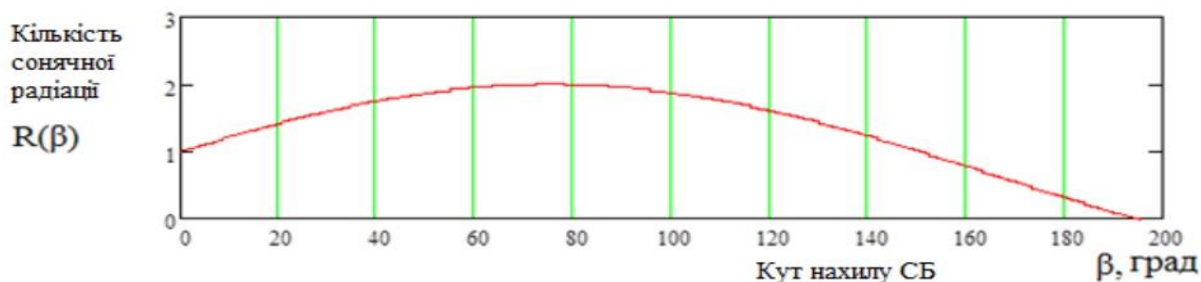


Рисунок 2.1 – Залежність коефіцієнта перерахунку з горизонтальної площини на похилу від кута нахилу поверхні сонячної панелі до горизонту

Таблиця 2.5 – Оптимальне значення нахилу СП

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\beta, ^\circ$	73	68	56	26	16	11	14	23	34	64	70	75

Отже, ми можемо зробити такі висновки. З таблиці 3.5 видно, що протягом холодної пори року (від жовтня по березень) кут нахилу сонячних панелей вищий, ніж протягом "теплих" місяців. Це свідчить про те, що для оптимізації роботи нашої електростанції ми маємо змінювати кут нахилу сонячних панелей при переході з теплої пори року до холодної і навпаки.

Отже, середнє значення кута нахилу, залежно від пори року, буде наступним:

Теплий період (квітень-вересень):  $\beta = 21^\circ$ .

Холодний період:  $\beta = 68^\circ$ .

Визначення пікових сонце-годин для червня, в якому середнє місячне значення сонячної радіації в Полтавській області, широтою 50о, становить:

$$P_{\text{сум.випром.}} = 158 \text{ кВт} \cdot \text{г/м}^2$$

Обране середньо-місячне значення  $P_{\text{сум.випром.}}$  для менш-сонячного місяця, розділимо на число днів у місяці. Отримуємо місячну середню кількість пікових сонце-годин ( $i_{\text{пik.годин}}$ ), яке буде використовуватися для розрахунку положення фотоелектричної системи (СП).

Формула для розрахунку  $i_{\text{пik.годин}}$ :

$$i_{\text{пik.годин}} = \frac{P_{\text{сум.випром.}} \cdot R}{n} = \frac{0.96 \cdot 158}{30} = 5.3$$

(2.18)

де:  $i_{\text{пik.годин}}$  - середня місячна кількість пікових сонце-годин,  $P_{\text{сум.випром.}}$  - середньо-місячне значення сонячного випромінювання,  $n$  - кількість днів у місяці.

Ця величина буде використовуватися для визначення положення СП під час установки.

## 2.10 Вибір сонячних панелей та основного обладнання

Якість і довговічність сонячних панелей є важливими факторами з кількох причин. По-перше, якщо гарантійний термін на сонячній панелі становить всього 10 років, то необхідно виробляти достатньо енергії, щоб окупити витрати за ці 10 років. На високоякісні панелі надається гарантія не менше 25 років. Найкраще вибирати акумулятори від виробників відомих брендів, які вже зарекомендували себе на ринку.

Я вибрав сонячні полікристалічні панелі Victron Energy Series 4a - 175M. Їх ціна на ринку становить 6400 грн. Їх характеристики наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристики сонячної панелі

Параметр	Значення
Вага	11 кг
Ширина	668 мм
Довжина	1485 мм
Товщина	30 мм
Виробник	Victron Energy
Максимальна робоча температура	85 °С
Гарантійний термін	12 років
Напруга	12 В
Мінімальна робоча температура	-40 °С
Потужність	175 Вт
Тип панелі	Монокристалічний

Щоб визначити, яку силу струму повинна виробляти СЕС, необхідно

поділити  $Q_d$  на значення пікових сонце-годин для нашої місцевості  $i_{\text{пiк.годин}}$

$$I^{\text{СП}} = \frac{Q_d}{i_{\text{пiк.годин}}} \quad (2.19)$$

$$I^{\text{СП}} = \frac{233}{4.37} = 53.2 \text{ A}$$

Де  $I^{\text{СП}}$  – необхідний струм СЕС;  $i$  – кількість пікових сонце годин.

Необхідна кількість сонячних панелей обраховується наступним чином:

$$N^{\text{СП}} = \frac{I^{\text{СП}} * U_{\text{інв}}}{P_{\text{ном}}^{\text{СП}}} \quad (2.20)$$

$$N^{\text{СП}} = \frac{53.2 * 230}{175} = 70$$

Де  $P_{\text{ном}}^{\text{СП}}$  – номінальна потужність сонячних панелей, Вт.

Щоб визначити необхідну кількість сонячних панелей, що потрібно з'єднати послідовно, потрібно поділити напругу постійного струму  $U_{\text{інв}}$  на номінальну напругу сонячної панелі (12 В):

$$N_{\text{посл}}^{\text{СП}} = \frac{U_{\text{інв}}}{U_{\text{ном}}^{\text{СП}}} \quad (2.21)$$

$$N_{\text{посл}}^{\text{СП}} = \frac{230}{12} = 20 \text{ шт.}$$

Число сонячних панелей, які потрібно з'єднати паралельно:

$$N_{\text{пар}}^{\text{СП}} = \frac{N^{\text{СП}}}{N_{\text{посл}}^{\text{СП}}} \quad (2.22)$$

$$N_{\text{пар}}^{\text{СП}} = \frac{70}{20} \approx 4 \text{ шт.}$$

За результатами обрахунків, кількість сонячних панелей, яка потрібна становить 80 шт. З урахуванням вартості на ринку, загальна сума складатиме: 520 тис. гривень.

Знайти площу для монтажу СЕС можна наступним чином:

$$S_3 = S * N^{\text{СП}} = 69.4 \text{ м}^2 \quad (2.23)$$

Тож, система буде складатись з чотирьох паралельних рядів по 20 послідовно з'єднаних панелей в кожній. Також, для коректної роботи і стабільності системи потрібно використати контролер. Так як в нас контроллер є вбудованим в інвертор, будемо використовувати його.

Цей контролер представляє декомунізований контролер з використанням функції пошуку точки максимального енергоспоживання (MPPT) для автономної Сонячної системи. Цей контролер забезпечує високу продуктивність понад 98% і мінімізує втрати потужності.

MPPT-це основна топологія схеми економічного перетворення, яка реалізована в мікропроцесорі для розумного налаштування робочої точки сонячної панелі, що дозволяє панелі розвивати максимальну потужність. У разі якщо умови змінились, коли робоча точка сонячної панелі відхиляється від точки максимальної потужності, мікропроцесор використовує алгоритм MPPT для отримання максимально можливої потужності  $p_{panel}$ .

Порівняно з контролером широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), Контролер MPPT може підвищити вихідну потужність сонячної панелі на 5-30%. Це залежить від різних факторів, таких як характеристики самої сонячної панелі, умови навколишнього середовища і рівень освітленості...

Особливості:

- Методи визначення оптимальної потужності MPPT
- Коефіцієнт корисної дії перетворення становить 98%.
- Ефективність пошуку точки максимальної потужності перевищує 99,5%.
- Максимальна швидкість досягнення точки максимальної потужності є високою.
- 3-ступеневий зарядний режим із ШІМ-регулюванням.
- Управління режимом навантаження та вибір типу акумулятора.

На рисунку 2.2 наведена вольт-амперна характеристика обраного контролера.



Рисунок 2.2 – Вольт-амперна характеристика контролера

Враховуючи ці данні, можна сказати, що цей контролер нас влаштовує.

### 2.11 Загальна вартість СЕС

Всі підрахунки головних модулів наведені в таблиці 2.8.

В переліку не було враховано вартість дротів для електропроводки. Об'єм і тип кабелю визначаються під час проведення монтажних робіт.

Таблиця 2.8 – Загальна вартість СЕС

Назва елемента	Кількість	Ціна за штуку, грн	Загальна вартість, грн
Інвертор « Solis RHI-3P5K-HVES-5G »	1	101 700 грн	101 700 грн
Акумулятор Ахіома АХ-LFP- 100/12.8, 100 Аh	4	15400 грн	62 000 грн

Продовження таблиці 2.8 – Загальна вартість СЕС

Панелі Victron Energy Series 4a - 175M	80	6 400 грн	512 000 грн
Лічильник GAMA 300 G3B 5(100)A	1	5 400 грн	5 400 грн
		Всього:	681 100

Вартість встановлення залежить від багатьох факторів, таких як тип обладнання, кількість модулів, які потрібно встановити. Враховую середню вартість в 20 000 гривень. Тож, загальна вартість буде становити  $\approx 700\,000$  грн.

### Висновок до розділу 2

Схема сонячної електростанції (СЕС) включає основні компоненти, такі як сонячні панелі (фотоперетворювачі), інвертори, зарядні контролери, акумулятори та електричні мережі. Сонячні панелі перетворюють сонячну енергію в електричну. Інвертори змінюють постійний струм, вироблений панелями, на змінний струм, який можна використовувати в побуті або передавати до електромережі. Зарядні контролери регулюють процес зарядки акумуляторів, захищаючи їх від перевантаження та перезаряду. Акумулятори зберігають надлишкову електроенергію для використання вночі або під час низької сонячної активності. Електричні мережі розподіляють електроенергію до споживачів.

Серед усіх компонентів можна виділити кілька основних, що значно впливають на потужність і вартість системи:

- інвертор,
- сонячні панелі,
- акумуляторні батареї.

## РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ БУДИНКУ

Внутрішня електромережа будинку є важливим елементом, що забезпечує комфортне і безпечне проживання.

Вона відповідає за розподіл електроенергії по всіх кімнатах, живлення електроприладів і забезпечення належного освітлення. Розробка внутрішньої електромережі – це складний і багатоетапний процес, який вимагає ретельного планування, знання норм і еталонів, а також врахування деталей будинку і потреб його мешканців.

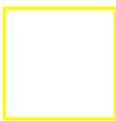


У цьому пункті ми розглянемо основні етапи та принципи, яких необхідно дотримуватися при проектуванні внутрішньої електромережі для забезпечення ефективної, надійної та безпечної експлуатації.

### 3.1 Характеристика систем освітлення та електропостачання

Для цього будинку ми будемо використовувати один тип світильників та два типи розеток, так як нам цього буде достатньо для створення потрібної внутрішньої електромережі.

Умовні позначення наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Умовні позначення світильників та розеток

Позиція	Найменування і технічні характеристики	Кількість
	DVO20U-45-012 Jupiter LED panel	29
	Розетка штепсельна 2-полюсна для прихованої установки, із заземлюючим контактом, ~ 230В, 16А, IP20	7
	Розетка штепсельна 1-полюсна для прихованої установки, із заземлюючим контактом, ~ 230В, 16А, IP20	18

Користуючись цими характеристиками, ми створимо електромережу для двоповерхового будинку, яка відповідатиме всім вимогам безпеки, комфорту та ефективності.

Для освітлення будуть використовуватися світлодіодні лампи (LED), які забезпечать високу енергоефективність, тривалий термін служби, якісне освітлення та низьке теплове випромінювання, що підвищить безпеку використання. Стельові світильники встановлюватимуться у всіх приміщеннях для загального освітлення, а додаткові настільні та настінні лампи можуть бути установлені у вітальнях, спальнях та забезпечать локальне освітлення (передбачено можливість підключення до розеткової мережі). Світильники над робочими зонами у кухні та ванних кімнатах полегшать виконання повсякденних завдань.

Система електропостачання включатиме стандартні розетки на 220 В для побутових приладів та спеціалізовані розетки з підвищеною потужністю (16 А) для потужних приладів, таких як пральні машини, холодильники та електричні духовки. Розетки будуть рівномірно розміщені по всьому будинку для максимальної зручності користування, з додатковими розетками на кухні та у ванних кімнатах для численних електроприладів, а також у вітальнях і спальнях для мобільних пристроїв, телевізорів та іншої електроніки.

Головний електричний щит буде розташований на першому поверсі біля входу, оснащений автоматичними вимикачами для кожної групи розеток і освітлювальних приладів, що дозволить швидко реагувати на неполадки. Пристрої захисного відключення (ПЗВ) захистять від коротких замикань та електричних ударів. Для безперебійної роботи критично важливих приладів, таких як системи опалення та охорони, буде передбачено джерело безперебійного живлення (UPS), яке забезпечить резервне живлення у разі відключення основного електропостачання.

Таким чином, ми створимо надійну, ефективну та безпечну електромережу, що забезпечить комфортне та безпечне проживання у двоповерховому будинку.

### 3.2 Розроблення мережі освітлення

Першим кроком у розробці мережі освітлення буде визначення точного розташування всіх світильників. Це включатиме проведення детального аналізу кожного приміщення для оптимального розміщення освітлювальних приладів, враховуючи функціональність та естетичні вимоги. Для загального освітлення будуть використовуватися стельові світильники, які розташовуватимуться у центрі кімнат для рівномірного розподілу світла. Локальне освітлення забезпечуватиметься настільними та настінними лампами, особливо у вітальні та спальнях, щоб створити зону для читання чи роботи.

На кухні освітлення буде організоване таким чином, щоб робочі поверхні були добре освітлені, що підвищить зручність і безпеку під час приготування їжі. У ванних кімнатах буде передбачено яскраве освітлення над дзеркалами для зручності виконання гігієнічних процедур. Диммери, встановлені на вимикачах, дозволять регулювати яскравість світла відповідно до потреб і часу доби, створюючи бажану атмосферу в приміщенні.

Під час встановлення освітлювальної системи особлива увага має бути приділена безпеці монтажу, використовуючи високоякісні матеріали та дотримуючись усіх стандартів електробезпеки. Проводи будуть прокладені в спеціальних кабель-каналах, що забезпечить їхню захищеність і довговічність експлуатації.

Завдяки ретельно продуманій та професійно виконаній системі освітлення, мешканці будинку зможуть насолоджуватися комфортним, безпечним та енергоефективним освітленням у будь-який час доби.

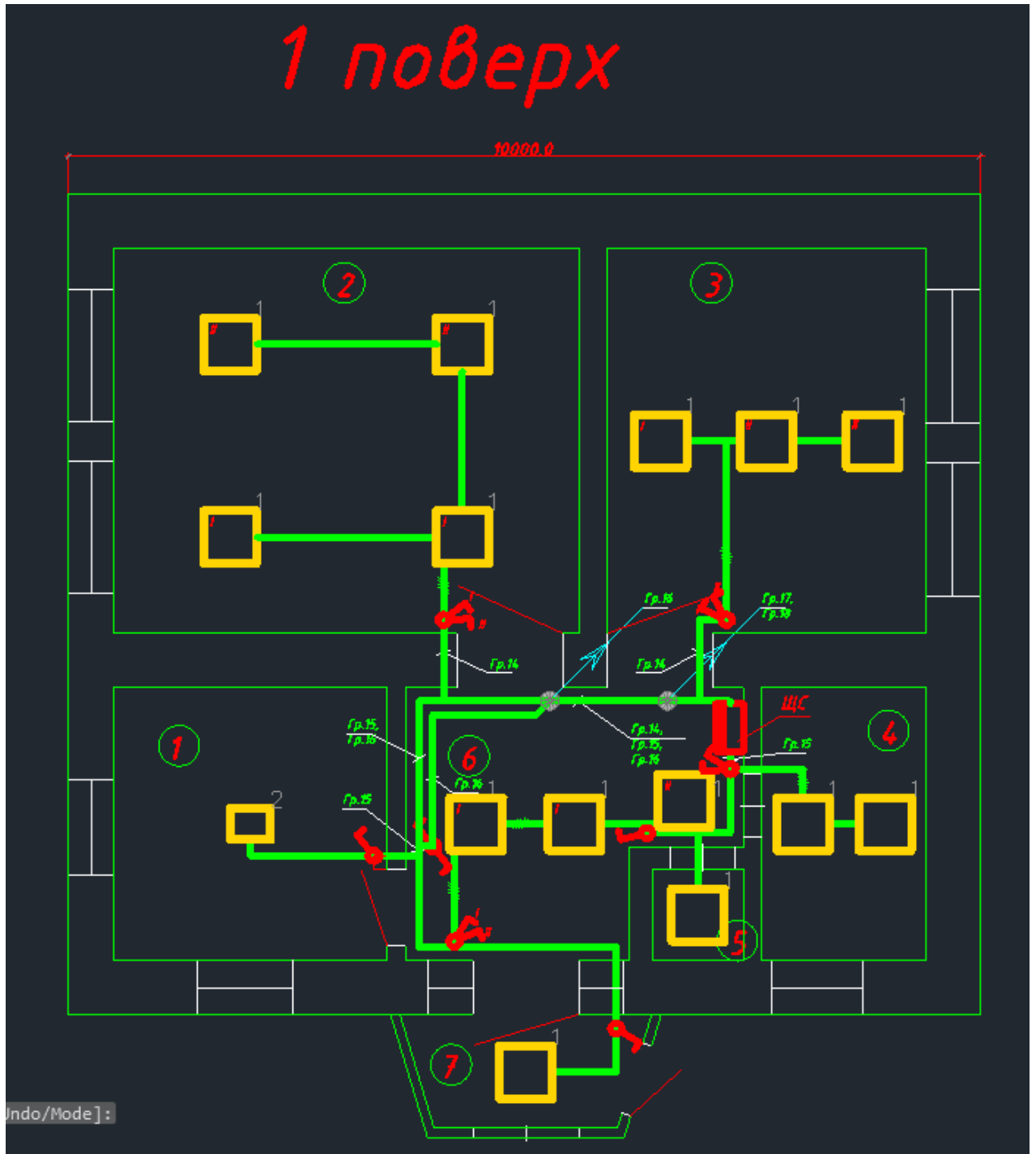


Рисунок 3.1 – Мережа освітлення 1-го поверху

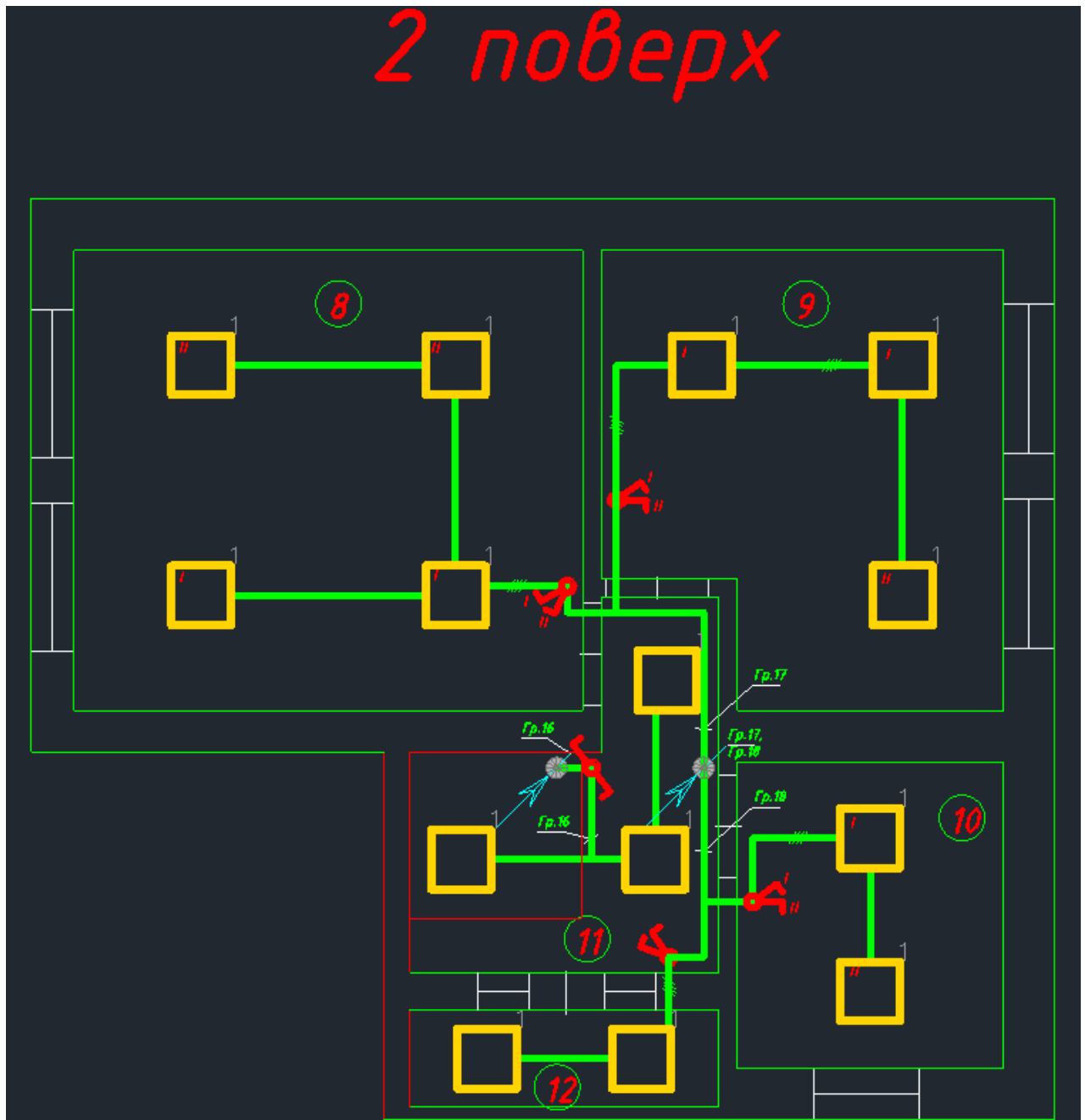


Рисунок 3.2 – Мережа освітлення 2-го поверху

### 3.3 Розроблення мережі електропостачання

Для побудови мережі електропостачання спочатку розроблено детальний план, який включатиме схеми розташування всіх розеток. Це забезпечує зручне користування електроприладами в кожному приміщенні будинку.

Встановлення розеток здійснюється з урахуванням функціональних зон у будинку. У житлових кімнатах розетки розміщені на зручній висоті для підключення телевізорів, комп'ютерів та інших побутових приладів. На кухні розетки розташовані над робочими поверхнями для підключення кухонних приладів, таких як мікрохвильова піч, чайник та інші. У ванних кімнатах передбачено спеціальні вологозахищені розетки для безпечного підключення фенів та інших приладів.

Розподільний щит, розташований біля входу на першому поверсі, буде оснащений сучасними автоматичними вимикачами, що дозволить легко відключити певну зону будинку у разі необхідності. Це сприятиме швидкому реагуванню на аварійні ситуації та забезпечить додаткову безпеку. Кожна група розеток і освітлювальних приладів буде мати окремий автоматичний вимикач, що дозволить розділити навантаження і уникнути перевантажень в електромережі.

Особлива увага буде приділена прокладці кабелів. Всі проводи будуть прокладені в спеціальних кабель-каналах, що забезпечить їх захищеність від механічних пошкоджень та продовжить термін їх служби. Кабелі вибиратимуться відповідно до навантаження, яке вони будуть нести, з урахуванням резерву для можливого підключення додаткових приладів у майбутньому.

Для підвищення безпеки система електропостачання включає пристрої захисного відключення (ПЗВ), які оперативно реагуватимуть на замикання на землю або короткі замикання, запобігаючи потенційним електричним ударам та пожежам.

Завдяки ретельно спланованій та професійно виконаній системі електропостачання, будинок забезпечений надійною та безпечною електромережею, що сприятиме комфортному та безпечному проживанню.

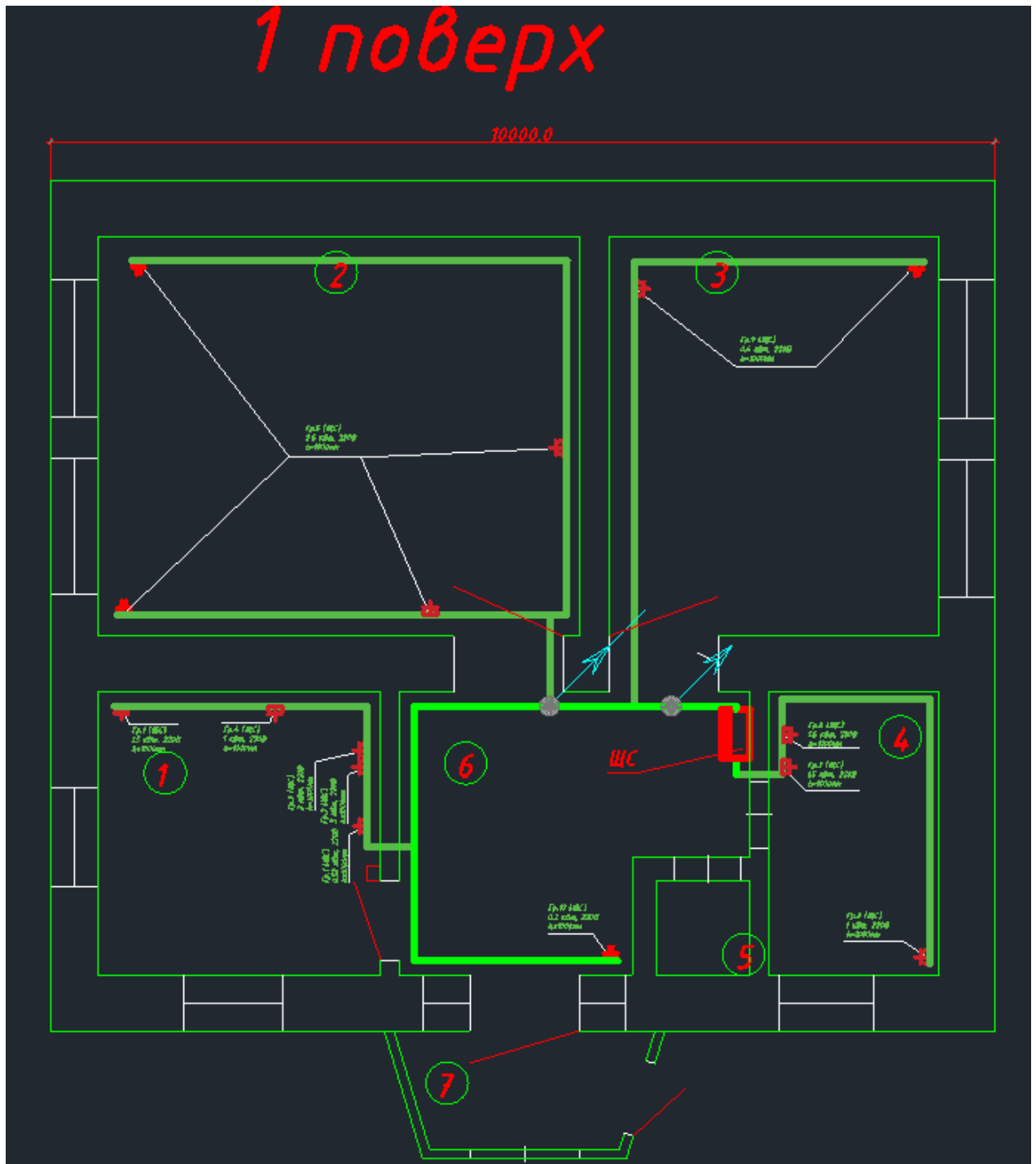


Рисунок 3.3 – Мережа електропостачання 1-го поверху

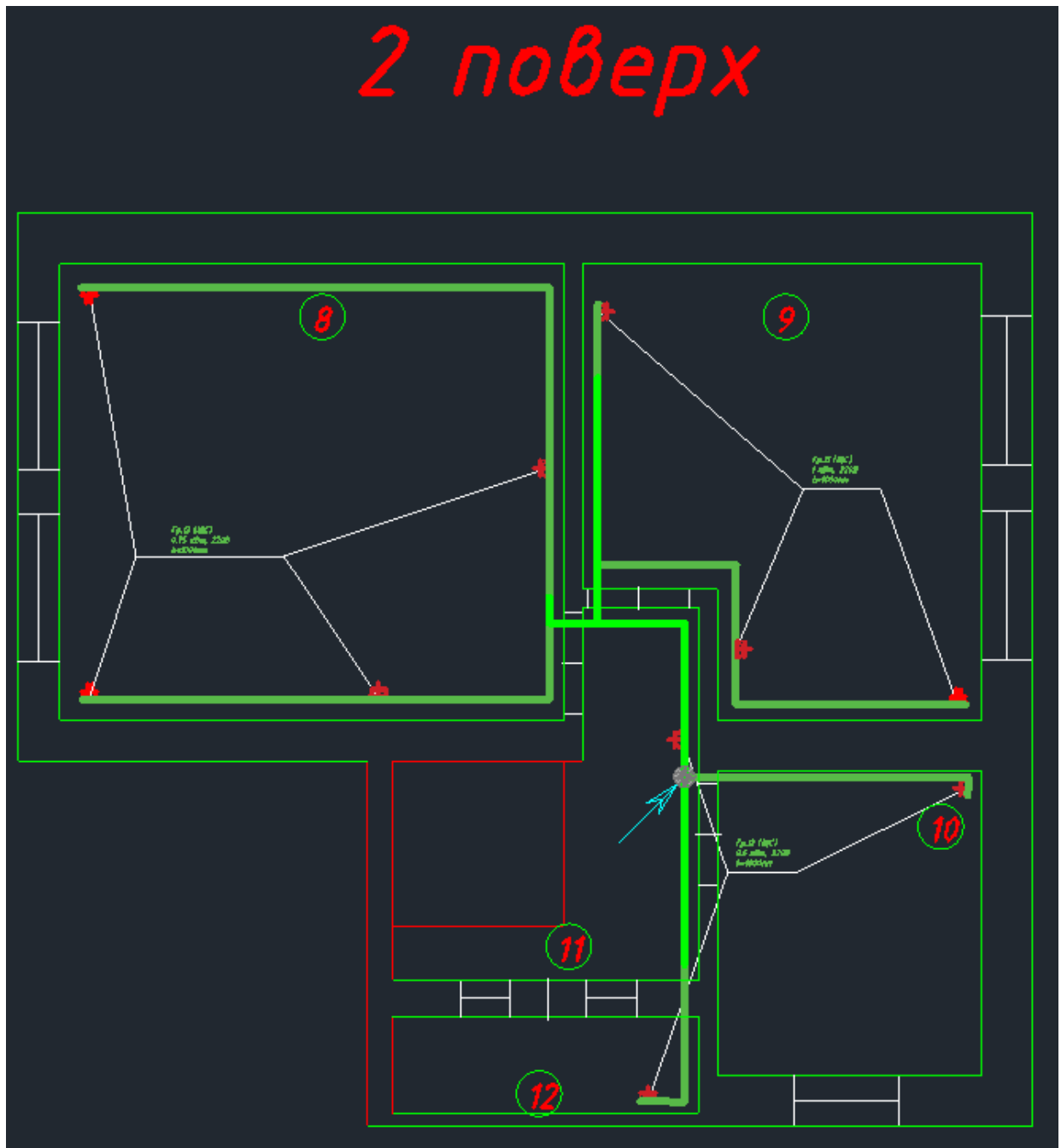


Рисунок 3.4 – Мережа електропостачання 2-го поверху

### 3.4 Характеристики ЩС

Щитова є центральним елементом системи електропостачання двоповерхового будинку. Її характеристики мають забезпечувати надійність, безпеку та зручність експлуатації всієї електромережі будинку. Нижче показана розроблена система ЩС для освітлення та розеточної групи.





### Висновок до розділу 3

Розділ описує розробку і встановлення електромережі для двоповерхового будинку, що враховує безпеку, ефективність та зручність використання. Для будинку використовується один тип світильників (стельові світлодіодні лампи) та два типи розеток (стандартні 220 В для загальних побутових приладів та спеціалізовані 16 А для потужних приладів). Це спрощує структуру електромережі та забезпечує необхідну функціональність. Світлодіодні лампи вибрані завдяки їх високій енергоефективності, тривалому терміну служби, якісному освітленню та низькому тепловому випромінюванню, що підвищує безпеку використання та знижує енергоспоживання.

Світильники розташовуються у центрі кімнат для загального освітлення, а настільні та настінні лампи використовуються для локального освітлення в житлових приміщеннях. На кухні та у ванних кімнатах світильники розташовані так, щоб забезпечити хороше освітлення робочих зон. Розетки розміщуються рівномірно по всьому будинку, з додатковими розетками у кухні та ванних кімнатах. Всі розетки відповідають стандартам безпеки, включаючи вологозахищені розетки у ванних кімнатах.

Головний електричний щит розташований на першому поверсі біля входу. Він оснащений автоматичними вимикачами та пристроями захисного відключення (ПЗВ) для кожної групи розеток та освітлювальних приладів, що забезпечує швидке реагування на неполадки та підвищену безпеку. Для критично важливих приладів передбачено джерело безперебійного живлення (UPS), що забезпечує резервне живлення у разі відключення основного електропостачання.

Всі кабелі прокладені у спеціальних кабель-каналах, що забезпечує їх захищеність від механічних пошкоджень і продовжує термін служби. Система електропостачання включає пристрої захисного відключення (ПЗВ), які оперативно реагують на короткі замикання та замикання на землю, запобігаючи електричним ударам та пожежам[10]. Ці заходи забезпечують надійну, ефективну та безпечну електромережу для комфортного проживання у двоповерховому будинку[7].

## Висновки

На основі проведеного дослідження було розроблено та спроектовано систему автономного живлення для двоповерхового будинку, яка включає сонячні панелі, інвертори, акумулятори та систему внутрішньої електромережі[3]. Впровадження цієї системи забезпечить екологічно чисту та незалежну від зовнішніх джерел електроенергії систему для двоповерхового будинку[8]. Правильно спроектована система електропостачання підвищить безпеку та комфорт проживання мешканців.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку відновлюваних джерел енергії, така система може стати взірцем для подальшого поширення в інших житлових будинках, особливо в умовах зростаючих цін на традиційні енергоресурси. Незважаючи на значні початкові витрати, використання відновлюваних джерел енергії сприятиме зменшенню експлуатаційних витрат та залежності від зовнішніх постачальників електроенергії у довгостроковій перспективі[5].

З економічної точки зору, інвестиції у сонячну електростанцію окупляться протягом декількох років за рахунок зниження рахунків за електроенергію та можливості продажу надлишкової енергії в загальну мережу[4]. Крім того, впровадження такої системи відповідає екологічним стандартам і сприяє зменшенню викидів парникових газів, що позитивно впливає на навколишнє середовище.

Таким чином, реалізація проекту автономного живлення на основі сонячної енергії є доцільною та перспективною, як з економічної, так і з екологічної точки зору.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Білик М.Д. Системи енергозабезпечення автономних об'єктів: Навчальний посібник. — К.: Вид-во НТУУ "КПІ", 2017. — 320 с.
2. Гончаренко С.М. Відновлювані джерела енергії. — Вінниця: ВНТУ, 2019. — 456 с.
3. Дідківський М.І. Основи економіки та організації енергетики: підручник. — К.: Либідь, 2018. — 416 с.
4. Іванов В.В. Альтернативна енергетика: підручник для вузів. — К.: Центр учбової літератури, 2020. — 480 с.
5. Кравчук І.В. Економіка енергетики: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2016. — 348 с.
6. Мельник Л.Г., Лобанова Л.В. Екологічна економіка: навч. посібник. — Суми: Університетська книга, 2018. — 392 с.
7. Петров В.М., Сідоренко О.І. Основи сонячної енергетики: навч. посібник. — К.: Академвидав, 2017. — 256 с.
8. Смирнов Ю.Г. Відновлювана енергетика: Навчальний посібник. — Х.: ХНУРЕ, 2016. — 288 с.
9. Швидкий П.Г. Альтернативні джерела енергії: підручник. — К.: НТУУ "КПІ", 2019. — 336 с.
10. Яковенко С.О. Технології виробництва та використання відновлюваних джерел енергії: навч. посібник. — Львів: ЛНТУ, 2020. — 312 с.
11. Литвиненко В.М., Кравченко М.С. Інноваційні технології в енергетиці: монографія. — Одеса: ОНУ, 2017. — 280 с.
12. Гречаник А.О., Савченко Н.М. Відновлювана енергетика в Україні: сучасний стан та перспективи. — К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2019. — 144 с.
13. Відновлювальна енергетика України: стан, проблеми та перспективи" С. О. Дубовик
14. Енергетична політика України: правові, економічні та екологічні аспекти" В. С. Кравець
15. Вітроенергетика: теорія, практика, перспективи" Ігорн Шелестун

## ДОДАТКИ

## Додаток А

Розрахунок оптимального кута нахилу поверхні сонячної панелі до горизонту, при максимальному значенні коефіцієнта перерахунку з горизонтальної площини на похилу

Результати розрахунків в MathCad:

$$E_p E := 0.4$$

$$\varphi := 50$$

$$\omega_{3h} := 61$$

$$\delta := 23.3^\circ$$

$$\omega_3 := 65$$

$$\rho := 0.7$$

$$C := \frac{\cos[(\varphi - \beta) \text{deg}] \cdot \cos(\delta \cdot \text{deg}) \cdot \sin(\omega_{3h} \cdot \text{deg}) + \pi \cdot 180 \cdot \omega_{3h} \cdot \sin[(\varphi - \beta) \text{deg}] \cdot \sin(\delta \cdot \text{deg})}{\cos(\varphi \cdot \text{deg}) \cdot \cos(\delta \cdot \text{deg}) \cdot \sin(\omega_3 \cdot \text{deg}) + \pi \cdot 180 \cdot \omega_3 \cdot \sin(\varphi \cdot \text{deg}) \cdot \sin(\delta \cdot \text{deg})}$$

$$D := E_p E \cdot \frac{1 + \cos(\beta \cdot \text{deg})}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos(\beta \cdot \text{deg})}{2}$$

$$R(\beta) := (1 - E_p E) \cdot C + D \quad \beta: = 0$$

Given  $-1010 < \beta < 1010$

$$\beta := \text{Maximize}(R, \beta) = 12.543$$

$$\beta = 1.032$$

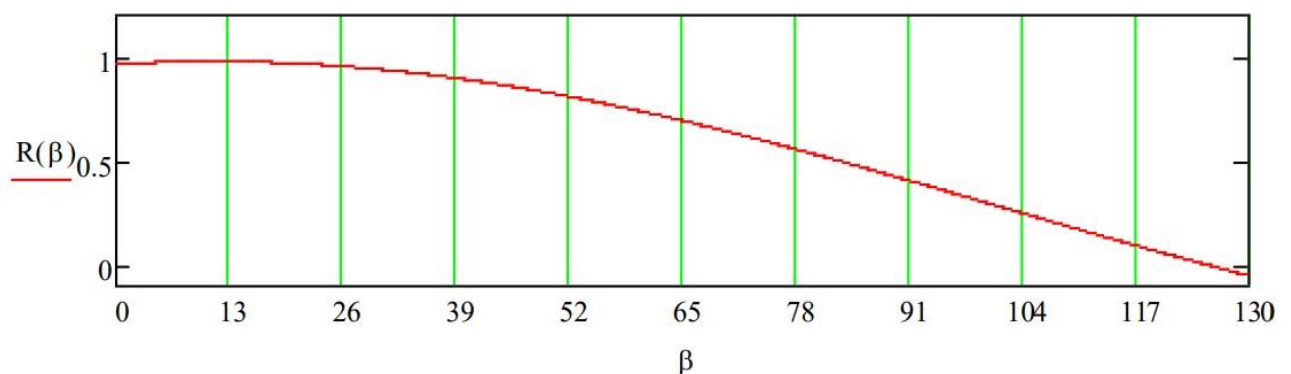


Рисунок Д.1.1 – Розрахунок оптимального кута для літнього періоду

$\beta := \text{Maximize}(R,$

$\beta) = 72.537 \quad \beta = 2.547$

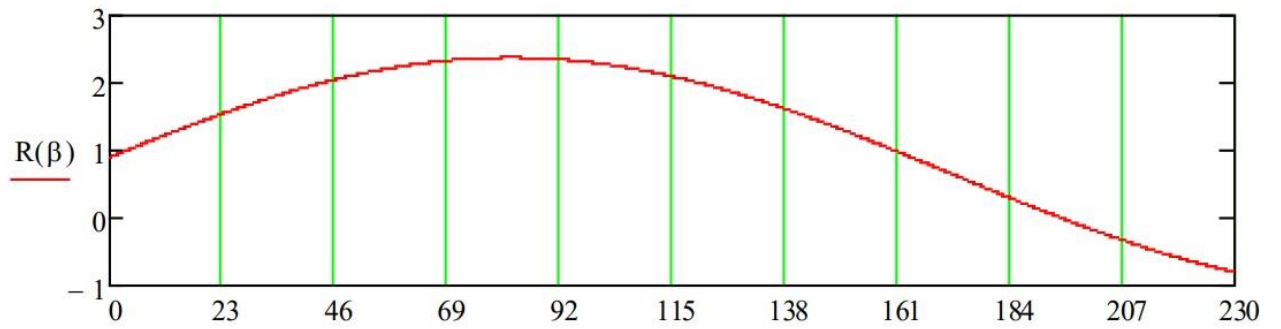


Рисунок Д.1.2 – Розрахунок оптимального кута для зимового періоду

## DESIGNED 3 DISTRIBUTIONS OF THE INTERNAL ELECTRICAL BUDINA

The internal electrical wiring of the hut is an important element that ensures more comfortable and safe living.

It is responsible for the distribution of electricity throughout all rooms, the maintenance of electrical appliances and the provision of adequate lighting. The development of internal electrical wiring is a complex and richly step-by-step process that requires detailed planning, knowledge of norms and standards, as well as the care of the parts of the booth and the needs of its bags.

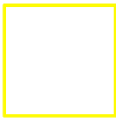


At this point we look at the main stages and principles that must be followed when designing internal electrical systems to ensure efficient, reliable and safe operation.

### 3.1 Characteristics of lighting and power supply systems

For this house, we will use one type of lamps and two types of sockets, since this will be enough for us to create the necessary internal electrical network.

Conventional designations are given in the table 3.1

Table 3.1 – Conventional designations of lamps and sockets

Position	Name and technical characteristics	Number
	DVO20U-45-012 Jupiter LED panel	29
	2-pole plug socket for hidden installation, with grounding contact, ~ 230V, 16A, IP20	7
	1-pole plug socket for hidden installation, with grounding contact, ~ 230V, 16A, IP20	18

Using these characteristics, we will create an electrical network for a two-story house that will meet all the requirements of safety, comfort and efficiency.

Light-emitting diode lamps (LED) will be used for lighting, which will ensure high energy efficiency, long service life, high-quality lighting and low thermal radiation, which will increase the safety of use. Ceiling lights will be installed in all rooms for general lighting, and additional table and wall lamps can be installed in living rooms, bedrooms and provide local lighting (possibility of connection to the socket network is provided). Lamps above the work areas in the kitchen and bathrooms will facilitate the performance of everyday tasks.

The electrical system will include standard 220 V sockets for household appliances and specialized sockets with increased power (16 A) for powerful appliances such as washing machines, refrigerators and electric ovens. Power outlets will be evenly spaced throughout the home for maximum convenience, with additional outlets in the kitchen and bathrooms for multiple electrical appliances, and in living rooms and bedrooms for mobile devices, televisions and other electronics.

The main electrical switchboard will be located on the first floor near the entrance, equipped with automatic switches for each group of sockets and lighting devices, which will allow a quick response to problems. Protective disconnecting devices (RCDs) will protect against short circuits and electric shocks. An uninterruptible power supply (UPS) will be provided to ensure uninterrupted operation of critical appliances such as heating and security systems, which will provide backup power in the event of a main power outage.

Thus, we will create a reliable, efficient and safe electrical network that will ensure comfortable and safe living in a two-story house.

### **3.2 Development of a lighting network**

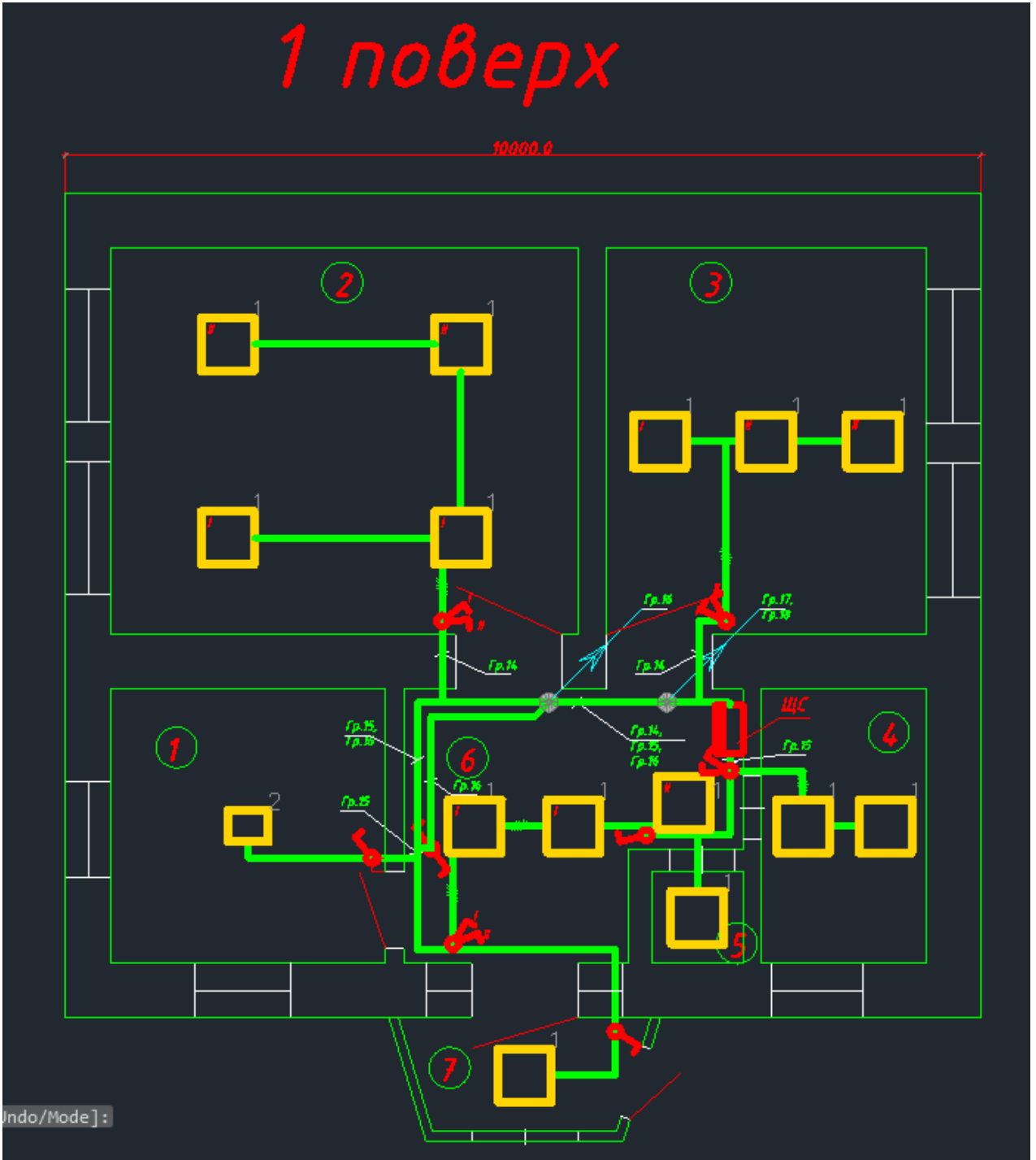
The first step in designing a lighting network will be to determine the exact location of all fixtures. This will include a detailed analysis of each room for the optimal placement

of lighting fixtures, taking into account functionality and aesthetic requirements. For general lighting, ceiling lamps will be used, which will be located in the center of the rooms for an even distribution of light. Local lighting will be provided by table and wall lamps, especially in the living room and bedrooms, to create an area for reading or working.

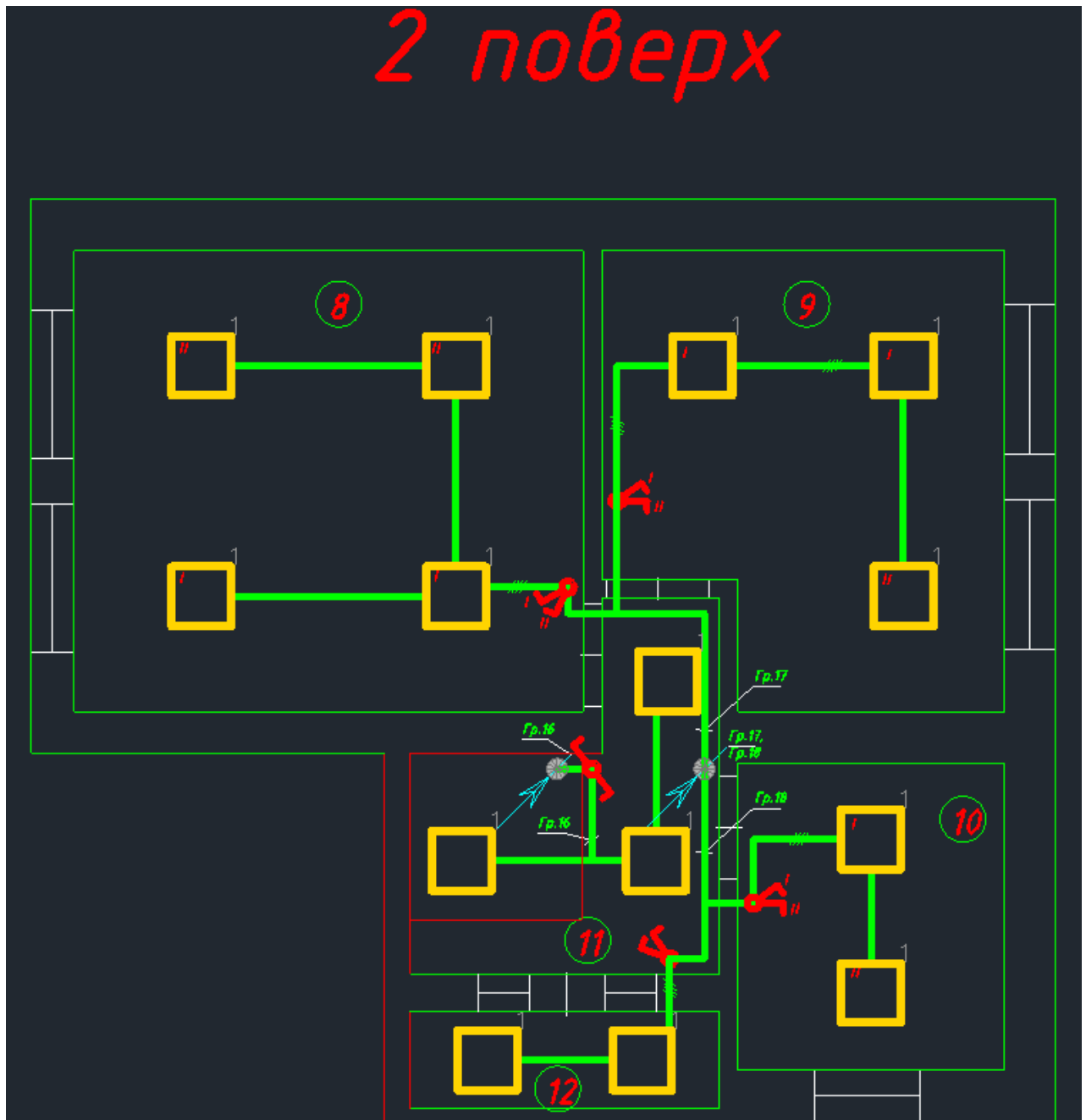
In the kitchen, the lighting will be organized in such a way that the working surfaces are well lit, which will increase convenience and safety during cooking. In the bathrooms, there will be bright lighting above the mirrors for the convenience of hygienic procedures. Dimmers installed on the switches will allow you to adjust the brightness of the light according to the needs and time of day, creating the desired atmosphere in the room.

During the installation of the lighting system, special attention should be paid to the safety of the installation, using high-quality materials and observing all electrical safety standards. The wires will be laid in special cable channels, which will ensure their protection and durability.

Thanks to a carefully thought-out and professionally executed lighting system, the residents of the house will be able to enjoy comfortable, safe and energy-efficient lighting at any time of the day.



Drawing 3.1 – Lighting network of the 1st floor



Drawing 3.2 – Lighting network of the 2nd floor

### 3.3 Development of the power supply network

For the construction of the power supply network, a detailed plan is first developed, which will include the location diagrams of all outlets. This ensures convenient use of electrical appliances in every room of the house.

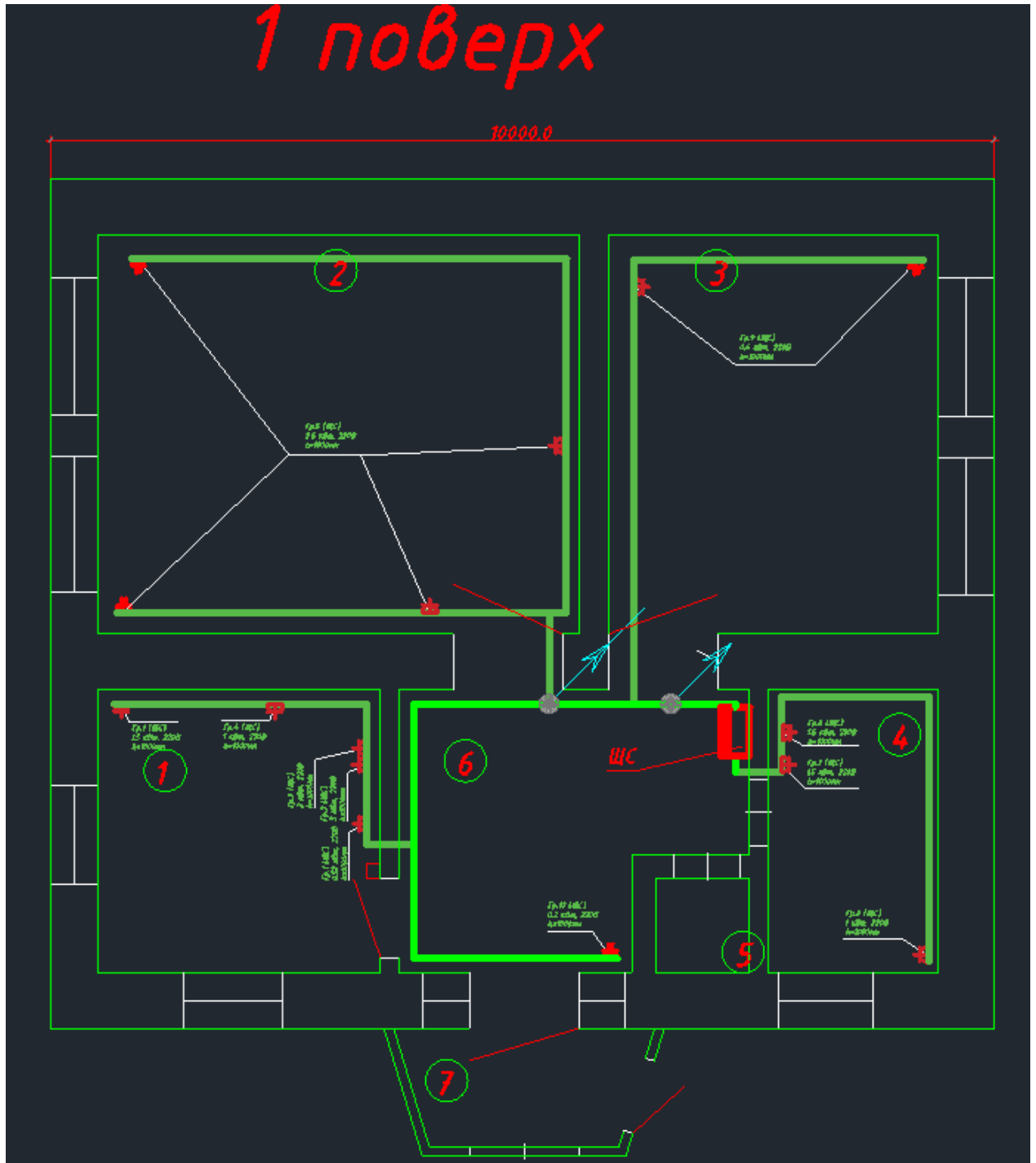
The installation of sockets is carried out taking into account the functional zones in the house. In living rooms, sockets are placed at a convenient height for connecting TVs, computers and other household appliances. In the kitchen, sockets are located above the work surfaces for connecting kitchen appliances, such as a microwave oven, a kettle, and others. The bathrooms have special moisture-proof sockets for safe connection of hair dryers and other devices.

The switchboard, located near the entrance on the first floor, will be equipped with modern automatic switches, which will allow easy disconnection of a certain area of the house if necessary. This will facilitate quick response to emergency situations and provide additional security. Each group of sockets and lighting devices will have a separate automatic switch, which will allow to divide the load and avoid overloads in the electrical network.

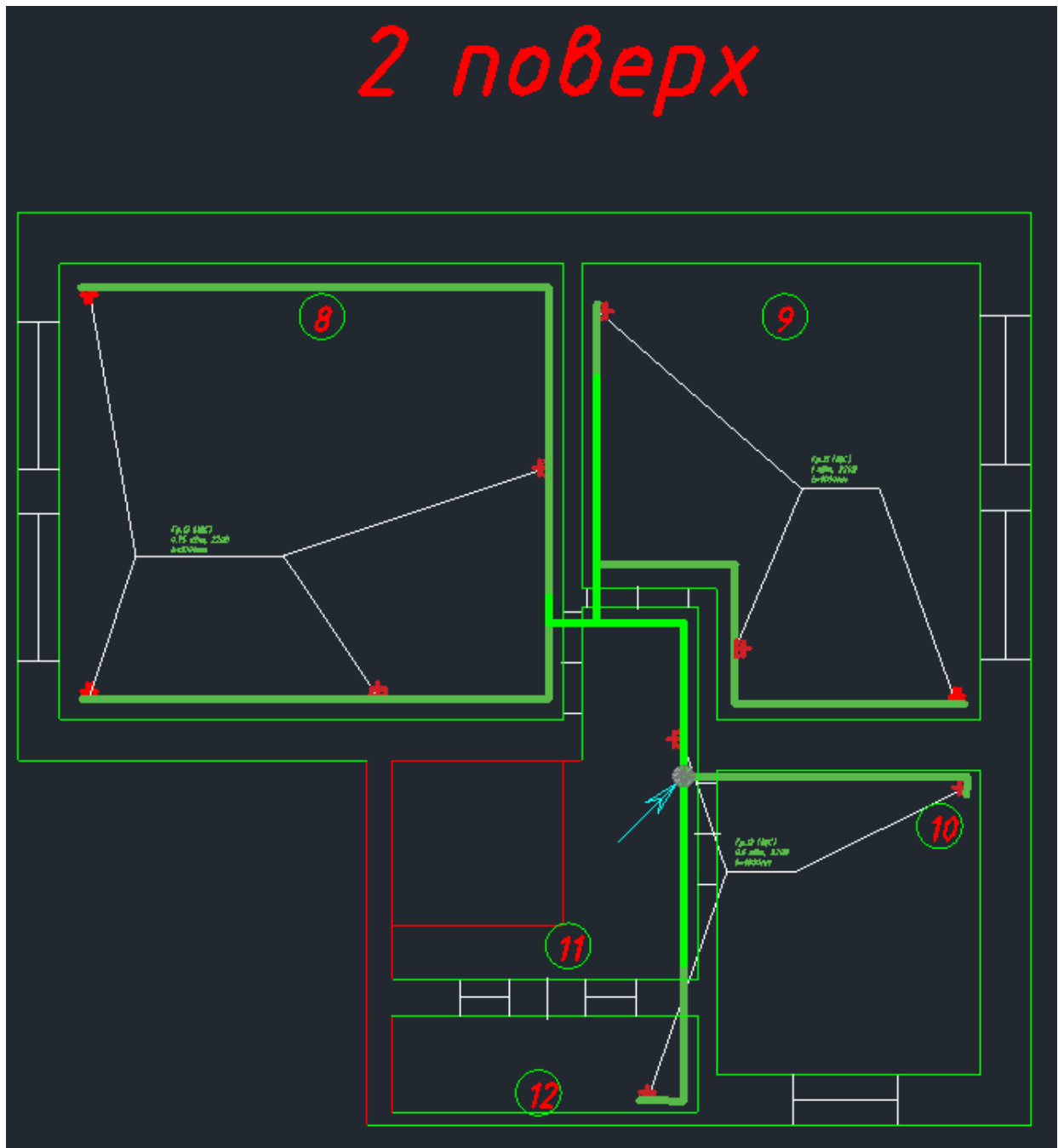
Special attention will be paid to the laying of cables. All wires will be laid in special cable channels, which will ensure their protection from mechanical damage and extend their service life. Cables will be selected according to the load they will carry, taking into account the reserve for the possible connection of additional devices in the future.

For added safety, the power system includes protective disconnecting devices (RCDs) that will quickly respond to ground faults or short circuits, preventing potential electric shocks and fires.

Thanks to a carefully planned and professionally executed power supply system, the house is equipped with a reliable and safe electrical network, which will contribute to a comfortable and safe living.



Drawing 3.3 – Power supply network of the 1st floor

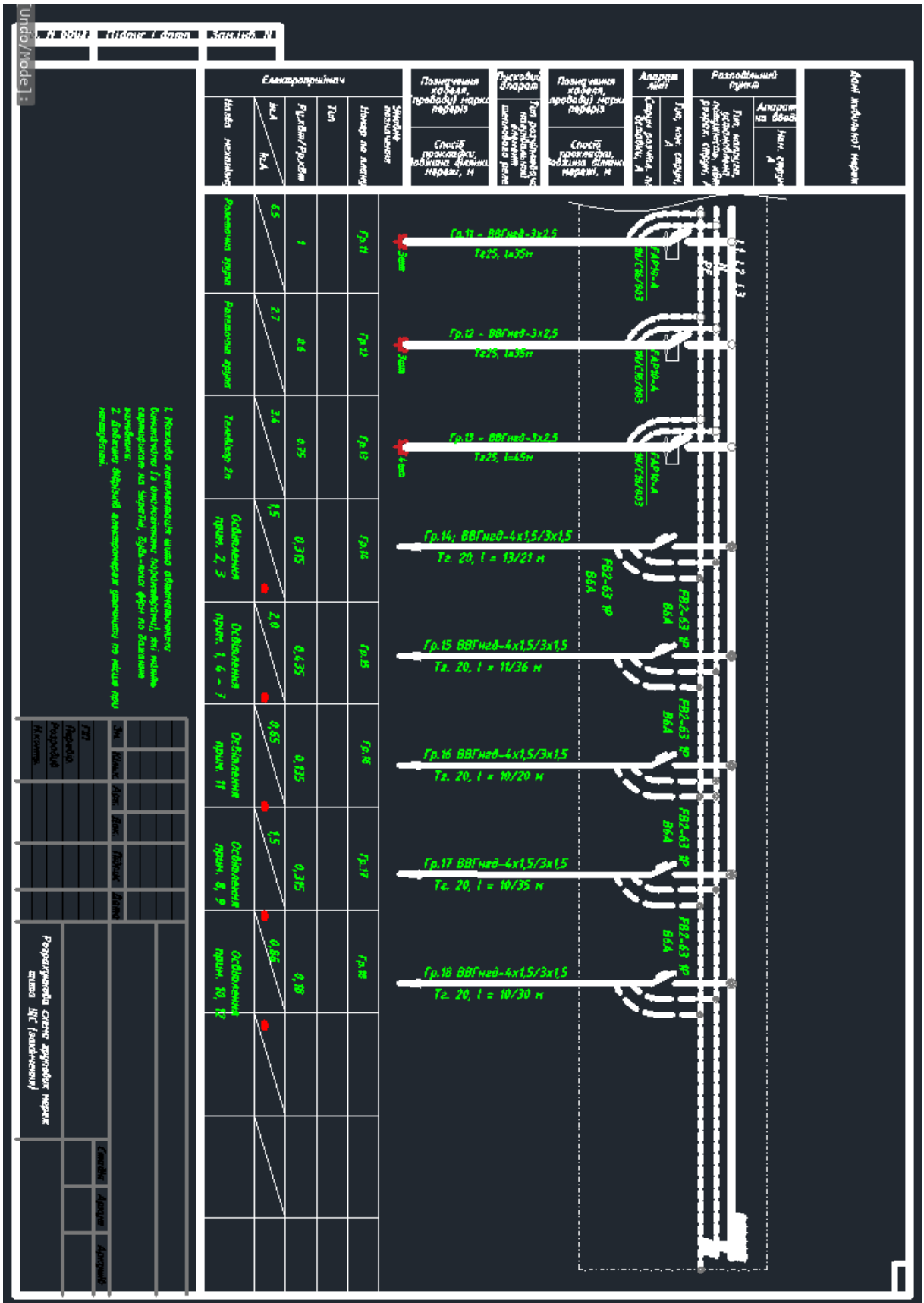


Drawing 3.4 – Power supply network of the 2nd floor

### 3.4 Characteristics of PS

Shchytova is the central element of the power supply system of a two-story building. Its characteristics should ensure the reliability, safety and convenience of operation of the entire electrical network of the house. Below is shown the developed PS system for lighting and socket group.





Drawing 3.6 – PS 2

### **Conclusion to Chapter 3**

The chapter describes the design and installation of an electrical network for a two-story house that takes into account safety, efficiency, and ease of use. The house uses one type of lights (ceiling LED lamps) and two types of sockets (standard 220 V for general household appliances and specialized 16 A for power appliances). This simplifies the structure of the electrical network and provides the necessary functionality. LED lamps are chosen due to their high energy efficiency, long service life, high-quality lighting and low thermal radiation, which increases the safety of use and reduces energy consumption.

Luminaires are placed in the center of rooms for general lighting, and table and wall lamps are used for local lighting in living spaces. In the kitchen and bathrooms, the lamps are located in such a way as to ensure good lighting of the working areas. Outlets are spaced evenly throughout the house, with additional outlets in the kitchen and bathrooms. All sockets meet safety standards, including moisture-proof sockets in bathrooms.

The main electrical panel is located on the first floor near the entrance. It is equipped with automatic switches and protective disconnecting devices (CBDs) for each group of sockets and lighting devices, which ensures a quick response to problems and increased safety. An uninterruptible power supply (UPS) is provided for critical devices, which provides backup power in the event of a main power outage.

All cables are laid in special cable channels, which ensures their protection against mechanical damage and extends their service life. Cables are selected taking into account the possible connection of additional devices in the future. The power supply system includes protective disconnecting devices (RCDs) that quickly respond to short circuits and ground faults, preventing electric shocks and fires. These measures provide

**Актуальність теми :** Використання альтернативних джерел енергії сьогодні є дуже важливим через економічні, екологічні, технологічні, соціальні та політичні переваги. Відновлювані джерела енергії забезпечують сталій розвиток, зменшують негативний вплив на навколишнє середовище, підвищують енергетичну безпеку та сприяють економічному зростанню.

**Метою роботи** є вибір найбільш підходящого поновлюваного джерела енергії для електропостачання приватного будинку, розробка структури і вибору компонентів електростанції.

Для виконання поставленої мети в роботі необхідно виконати наступні **завдання:**

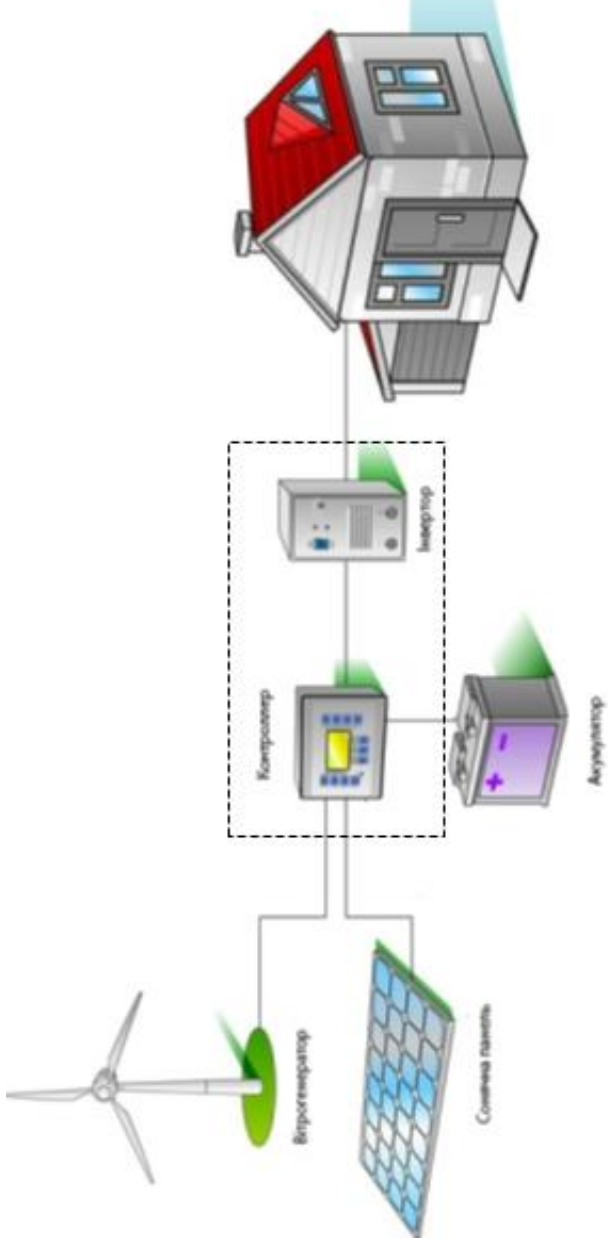
- оглянути альтернативні джерела енергії, що можна застосувати для автономного живлення приватного будинку;
- розрахувати системи автономного живлення;
- обрати сонячні панелі, інвертор, акумуляторні батареї;
- розрахувати вартість побудови сонячної електростанції;
- розробити внутрішні електромережі будинку .

# **Альтернативні джерела енергії, що можна застосувати для автономного живлення приватного будинку.**



На сьогоднішній день існує п'ять різних видів альтернативних джерел енергії(сонячна, вітрова, водна, теплота Землі та енергія біомас), але нас цікавлять тільки два з них це - сонячна та вітрова, бо вони є доступними для встановлення в цілях особистої експлуатації

## Схема підключення



Схеми підключення є доволі простими, джерело альтернативної енергії акумулюється і паралельно до контролера які потім під'єднуються до інвертора, а він в свою чергу вже дає живлення до будівлі

## Що обрати?

Нам потрібно обрати саме той варіант альтернативного джерела енергії який буде доцільнішим для використання в наших умовах проживання.



Проаналізувавши всі фактори, я віддав свою перевагу сонячним панелям бо вони простіші в обслуговуванні і є більш стабільними в плані отримання енергії з них, а у вітряків в свою чергу велика вимогливість до вітру і присутні шумові проблеми

## Пристрої автономного живлення

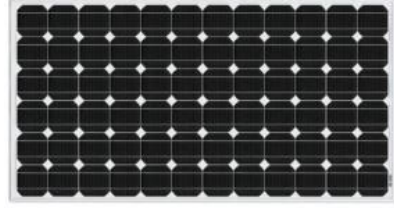
Для підключення сонячної панелі в мережу та її стабільної роботи нам потрібно придбати ще інвертор та акумулятор. Я обрав такі варіанти:



ІНВЕРТОР SOLIS RH1-3P5K-  
HVES-5G  
5 кВт



Акумуляторна батарея  
Ахіона AX-LFP-100/12.8



Сонячна панель Victron Energy  
Series 4a - 175M

## **Вартість побудови сонячної електростанції**

Проаналізувавши ринок України та обравши кількість обладнання я отримав такі суми:

Інвертор « Solis RHI-3P5K-NVES-5G; » - 101 700 грн

Акумулятор Ахіота АХ-LFP-100/12.8, 100 Ah – 15 400 грн, так як нам потрібно мінімум 4 шт. для автономної роботи з урахуванням аварійної ситуації, це буде складати - 62 000 грн.

Панелей Victron Energy Series 4a - 175М

нам потрібно 80 шт. по ринковій ціні в 6 400грн, фінальна вартість яких вийде – 512 000 грн.

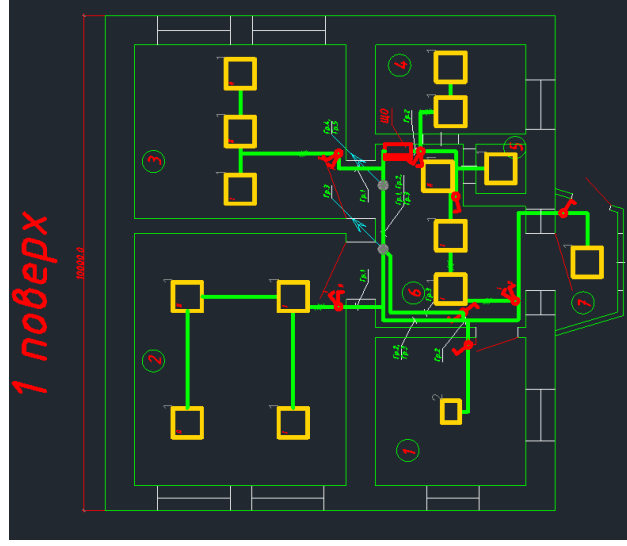
То ж фінальна ціна з урахуванням всіх можливих витрат на встановлення Сонячних панелей буде близько 700 000 грн.

Можна для початку ставити панелі поступово щоб заощадити, а не витратити всю суму одразу

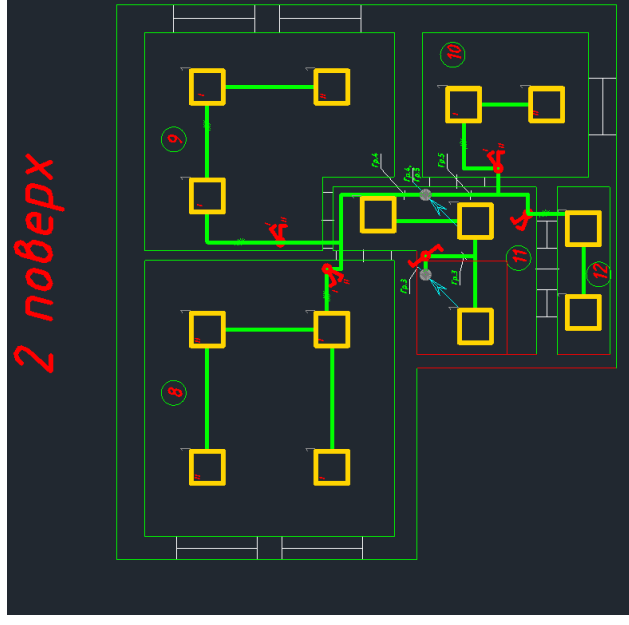
## Розроблення внутрішньої електромережі будинку

Обравши все обладнання можна приступити до розробки внутрішньої електромережі будинку, я буду виконувати це у програмі AutoCAD

Треба розробити план освітлення для першого та другого поверхів будинку



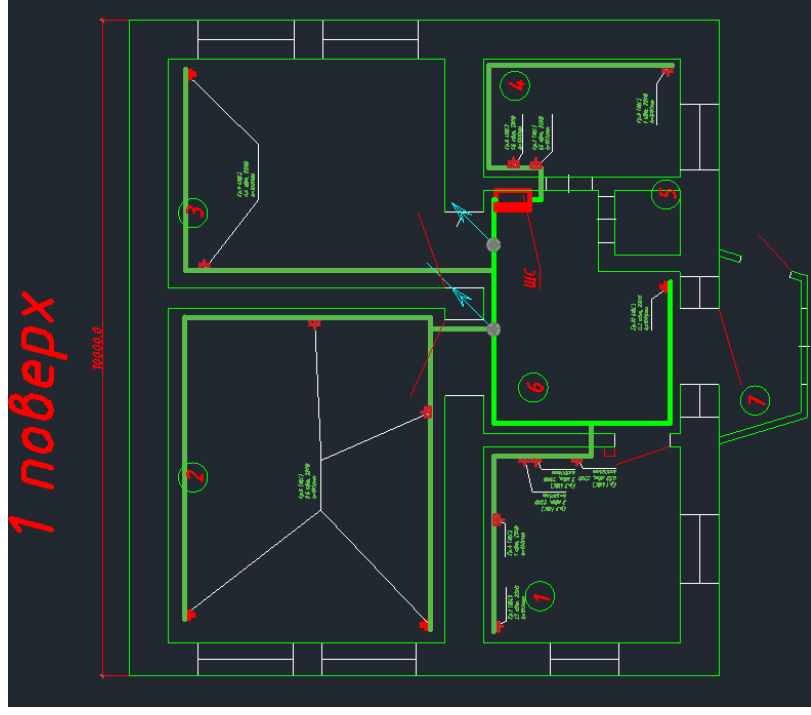
План освітлення 1-го поверху



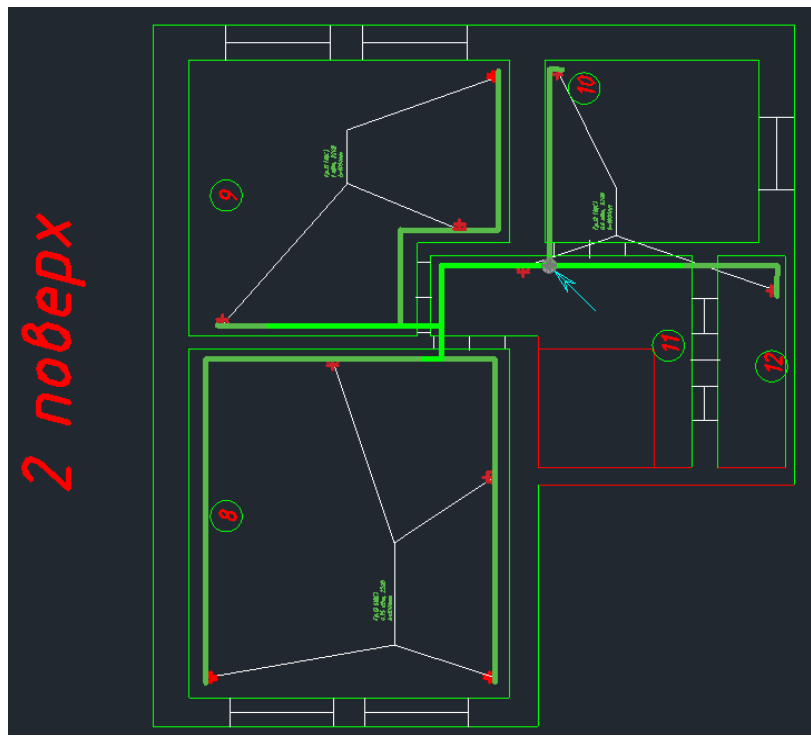
План освітлення 2-го поверху

# Розроблення внутрішньої електромережі будинку

## Плани електроживлення силових приймачів



План електроживлення  
споживачів 1-го поверху

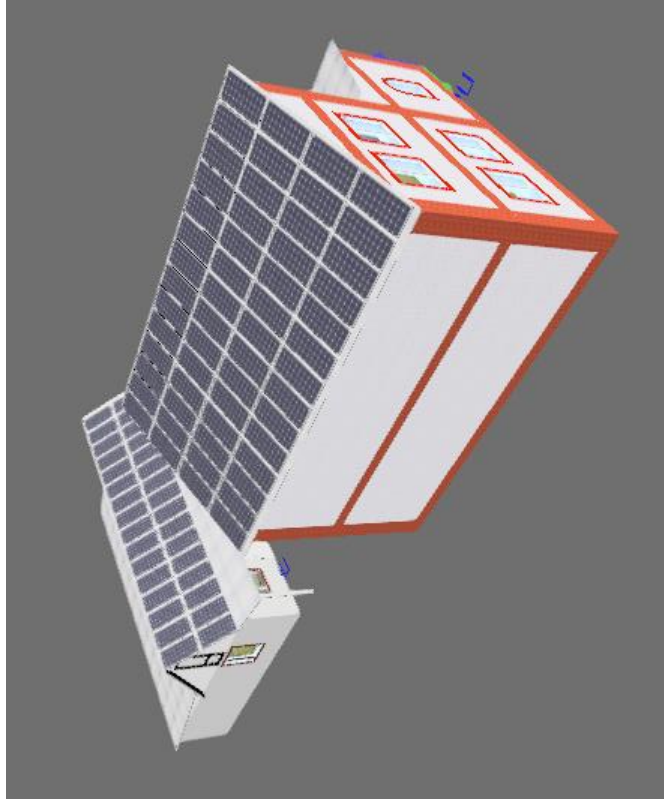


План електроживлення  
споживачів 2-го поверху



## **Розміщення сонячних панелей на покрівлі будинку та візуалізація освітлення**

Після розрахунків електромережі можна розмістити сонячні панелі використовуючи програму DIALux, у цій самій програмі можна візуалізувати освітлення будинку



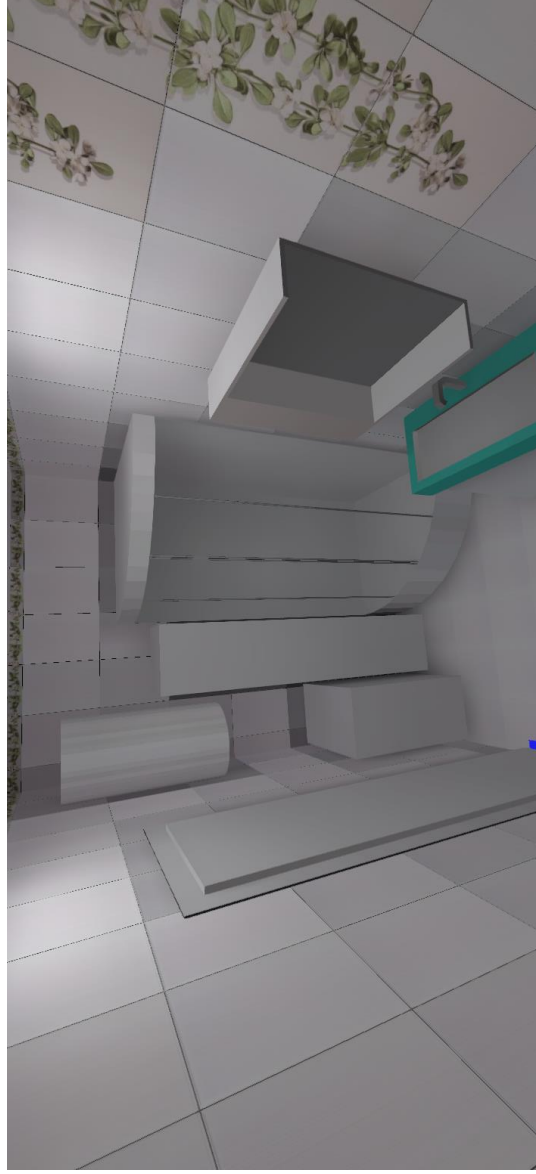
**Вигляд сонячних панелей на покрівлі будинку**



**Освітлення будинку ззовні**



Освітлення будинку всередині  
(Кухня)



Освітлення будинку всередині (Ванна)

## Висновки

Враховуючи сучасні тенденції розвитку відновлюваних джерел енергії, така система може стати взірцем для подальшого поширення в інших житлових будинках, особливо в умовах зростаючих цін на традиційні енергоресурси. Незважаючи на значні початкові витрати, використання відновлюваних джерел енергії сприятиме зменшенню експлуатаційних витрат та залежності від зовнішніх постачальників електроенергії у довгостроковій перспективі.

З економічної точки зору, інвестиції у сонячну електростанцію окупляться протягом декількох років за рахунок зниження рахунків за електроенергію та можливості продажу надлишкової енергії в загальну мережу. Крім того, впровадження такої системи відповідає екологічним стандартам і сприяє зменшенню викидів парникових газів, що позитивно впливає на навколишнє середовище.

Таким чином, реалізація проекту автономного живлення на основі сонячної енергії є доцільною та перспективною, як з економічної, так і з екологічної точки зору.