

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**НУБІП України**

УДК 621.311.48

**ПОГОДЖЕНО**

**Директор Інституту енергетики,  
автоматики і енергозбереження**

/Каплун В.В./

(підпис)

«    »      2023 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**В.о. завідувача кафедри  
електропостачання  
ім. проф. В.М. Синькова**

/Гай О. В./

(підпис)

«    »      2023 р.

**НУБІП України**

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Використання VR-тренажеру для дослідження перехідних процесів у гібридних системах електроживлення»**

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

д.т.н., професор Заблодський М.М.

(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

**Керівник**

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Петренко А.В.

(підпис)

(ПІБ)

**Виконав**

Окригунець Ю.В.

(підпис)

(ПІБ)

**НУБІП України**

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНШЕ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

к.т.н. доцент

Гай О.В.

(ступінь, звання) (лічниця)

(ПІБ)

2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Скригунцю Юрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Використання VR-тренажеру для дослідження перехідних процесів у гібридних системах електроживлення» затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від 06.03.23р. №324С  
Термін подання завершеної роботи на кафедру 31 жовтня 2023 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи VR – тренажер перемикачів гібридних систем електроживлення, нормативні документи, програмне забезпечення шолом віртуальної реальності

Перелік питань, що підлягають дослідженню: Аналіз схем підключення гібридних систем електроживлення. Огляд обладнання та програмного забезпечення VR-тренажерів. Дослідження процесів перемикачів у гібридних системах електроживлення з використанням VR-тренажеру. Дослідження параметрів гібридних систем електроживлення з використанням програмного забезпечення. Дослідження перехідних процесів у гібридних системах електроживлення. Розроблення заходів з охорони праці та безпечного використання VR-тренажерів у навчальних лабораторіях.

Перелік графічного матеріалу: презентація виконана в програмному забезпеченні MS Power Point

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Петренко А.В.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Скригунець Ю.В.

(ПІБ)

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СХЕМ ПІДКЛЮЧЕННЯ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ.....	7
1.1. Аналіз вимог до гібридних систем електроживлення.....	7
1.2. Огляд схем гібридних систем електроживлення та їх призначення.....	9
1.3. Аналіз обладнання та параметрів гібридних систем електроживлення....	12
1.4. Висновки до розділу 1.....	14
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ VR-ТРЕНАЖЕРІВ.....	15
2.1. Огляд різновидів обладнання для використання VR-тренажерів.....	15
2.2. Ознайомлення із програмним забезпеченням для використання обладнання VR-тренажерів.....	16
2.3. Вибір обладнання та програмного забезпечення для використання VR-тренажеру.....	17
2.4. Висновки до розділу 2.....	20
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕМИКАННЯ У ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ VR-ТРЕНАЖЕРУ.....	22
3.1. Огляд загального процесу проходження навчання з використанням VR-тренажеру.....	22
3.2. Розробка методики дослідження процесів перемикання гібридних систем електроживлення за допомогою VR-тренажеру Oculus Quest 2.....	23
3.2.1. Підготовчі процеси перед використанням окулярів віртуальної реальності.....	23
3.2.2. Виконання монтажних робіт за допомогою освітнього додатку на віртуальному тренажері.....	24
3.3. Огляд завершення процесу навчання з використанням VR-тренажеру....	42
3.4. Висновки до розділу 3.....	43

## РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ..... 44

4.1. Дослідження параметрів вітрової електроустановки в програмному забезпеченні System Advisor Model ..... 44

4.2. Дослідження параметрів сонячної електроустановки в програмному забезпеченні System Advisor Model ..... 48

4.3. Розробка методичних рекомендацій з використання System Advisor Model для вибору гібридних систем електроживлення..... 54

4.4. Висновки до розділу 4..... 56

## РОЗДІЛ 5 ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ..... 57

5.1. Опис перехідних процесів у гібридних системах електроживлення..... 57

5.2. Огляд методів дослідження перехідних процесів у гібридних системах електроживлення..... 58

5.3. Розгляд перехідного процесу у гібридній системі електроживлення..... 59

5.4. Висновки до розділу 5..... 60

## РОЗДІЛ 6 РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ VR-ТРЕНАЖЕРІВ У НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ... 61

6.1. Розроблення заходів з охорони праці та безпечної експлуатації гібридних систем електроживлення..... 61

6.2. Розроблення заходів з охорони праці та безпечного використання VR-тренажерів у навчальних лабораторіях..... 62

6.3. Висновки до розділу 6..... 63

ВИСНОВКИ..... 64

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 65

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України

СЕС – Сонячна електростанція;

ВЕС – Вітрова електростанція;

ГСЕ – Гібридні системи електроживлення;

PWM – Pulse-width modulation (широко – імпульсна модуляція);

MPPT – Maximum Power Point Tracking (максимальна точка потужності);

АВ – Автоматичний вимикач;

ЗІЗ – Засоби індивідуального захисту;

ЄС – Європейський Союз;

ПЗ – Програмне забезпечення;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ВСТУП****Актуальність теми дослідження.**

Гібридні системи електроживлення (ГСЕ) створюють нові можливості для використання відновлювальних джерел електроенергії для звичайних споживачів та дозволяють забезпечити свою енергонезалежність тим самим скоротивши кількість викидів парникових газів. Створення енергоефективної системи живлення що буде стабільно працювати та забезпечувати споживачів зеленою енергією можливе тільки за умови якісного проектування та обслуговування спеціалістами. Забезпечення належного рівня спеціалістів це виклик нового століття адже методи навчання вже давно не змінювались.

Використання та дослідження впливу VR – тренажерів на навчальний процес з підготовки кадрів є пріоритетним напрямком у світі.

**Мета та задачі дослідження.**

Дослідження процесів перемикання у гібридних системах електроживлення шляхом використання VR-тренажеру.

**Об'єкт дослідження.**

Гібридні системи електроживлення.

**Предмет дослідження.**

Внутрішні процеси що відбуваються під час перемикання у гібридних системах електроживлення.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СХЕМ ПІДКЛЮЧЕННЯ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ.

### 1.1 Аналіз вимог до гібридних систем електроживлення.

Гібридні системи електроживлення (ГСЕ) - це системи, які використовують два або більше джерел енергії для забезпечення електроживлення. Вони можуть використовуватись у широкому спектрі застосувань, включаючи будинки, підприємства та критичні інфраструктури.

Вимоги до ГСЕ залежать від конкретного застосування. Загалом, ГСЕ повинні відповідати таким вимогам:

- Надійність: ГСЕ повинні забезпечувати безперебійне електроживлення навантаження, навіть у разі відмови одного або декількох джерел енергії.
- Ефективність: ГСЕ повинні бути ефективними у використанні енергії, щоб мінімізувати витрати на електроенергію.
- Екологічність: ГСЕ повинні бути екологічними, щоб мінімізувати викиди парникових газів.

Крім того, ГСЕ повинні бути адаптивними до змінних умов навколишнього середовища та навантаження.

Вимоги до надійності:

Надійність ГСЕ є ключовим фактором для забезпечення безперебійного електроживлення навантаження. Для підвищення надійності ГСЕ можуть використовуватися такі заходи:

- Резервування: Для кожного джерела енергії в ГСЕ може бути передбачено резервне джерело. Це забезпечує електроживлення навантаження навіть у разі відмови основного джерела енергії.
- Балансування енергії: ГСЕ повинні бути здатні балансувати енергію між різними джерелами енергії, щоб забезпечити безперебійне електроживлення навантаження.
- Автоматичне перемикання: ГСЕ повинні мати систему автоматичного перемикання, яка забезпечує перехід на резервне джерело енергії у разі відмови основного джерела енергії.

### Вимоги до ефективності:

Ефективність ГСЕ є важливим фактором для мінімізації витрат на електроенергію. Для підвищення ефективності ГСЕ можуть використовуватися такі заходи:

- Вибір ефективних джерел енергії: У ГСЕ слід використовувати ефективні джерела енергії, такі як сонячні панелі та вітрові турбіни.

- Використання енергії зберігання: Енергію зберігання можна використовувати для накопичення енергії від джерел енергії, коли вона доступна, і для віддачі енергії навантаженням, коли вона необхідна.

- Оптимізація роботи ГСЕ: Для підвищення ефективності роботи ГСЕ можна використовувати системи управління, які оптимізують використання енергії від різних джерел.

### Вимоги до екологічності

ГСЕ повинні бути екологічними, щоб мінімізувати викиди парникових газів.

Для підвищення екологічності ГСЕ можуть використовуватися такі заходи:

- Використання відновлюваних джерел енергії: Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія, не генерують викидів парникових газів.

- Використання енергії зберігання: Енергію зберігання можна використовувати для накопичення енергії від відновлюваних джерел енергії, коли вона доступна, і для віддачі енергії навантаженням, коли вона необхідна.

### Вимоги до адаптивності:

ГСЕ повинні бути адаптивними до змінних умов навколишнього середовища та навантаження. Для підвищення адаптивності ГСЕ можуть використовуватися такі заходи:

- Використання систем управління: Системи управління можуть використовуватися для адаптації роботи ГСЕ до змінних умов навколишнього середовища та навантаження.



Використання інтелектуальних систем: Інтелектуальні системи можуть використовуватися для прогнозування змінних умов навколишнього середовища та навантаження і для адаптації роботи ГСЕ відповідно до цих прогнозів.

Вимоги до ГСЕ залежать від конкретного застосування. Однак загальні вимоги включають надійність, ефективність, екологічність та адаптивність.

## 1.2 Огляд схем гібридних систем електроживлення та їх призначення.

1.2.1 Сонячно-вітрові ГСЕ: Ці ГСЕ використовують сонячні панелі та вітрові турбіни для генерації електроенергії. Вони можуть використовуватися для забезпечення безперервного електроживлення або для зниження витрат на електроенергію під час денного навантаження.

Переваги використання СЕС та ВЕС для компенсації денного навантаження

Зниження попиту на електроенергію: СЕС та ВЕС можуть допомогти знизити попит на електроенергію в періоди високого попиту. Це може допомогти уникнути перевантаження мережі та втрати електроенергії.

Зменшення викидів парникових газів: СЕС та ВЕС є відновлюваними джерелами енергії, які не генерують викиди парникових газів. Це сприяє захисту навколишнього середовища.

Підвищення ефективності використання енергії: СЕС та ВЕС можуть допомогти підвищити ефективність використання енергії. Це може призвести до зниження витрат на електроенергію.

Недоліки використання СЕС та ВЕС для компенсації денного навантаження

Нерегулярний характер генерації: СЕС та ВЕС мають нерегулярний характер генерації. Це означає, що вони не завжди можуть виробляти достатньо електроенергії для задоволення попиту.

Висока вартість: Вартість СЕС та ВЕС може бути високою. Це може обмежити їхнє використання для компенсації денного навантаження.

1.2.2 Сонячно, вітрові - акумуляторні ГСЕ: Ці ГСЕ використовують сонячні панелі та акумулятори для генерації та зберігання електроенергії. Вони

можуть використовуватися для забезпечення безперебійного електроживлення або для зниження витрат на електроенергію.

Використовування відновлюваних джерел енергії. Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія, мають нерегулярний характер генерації. ГСЕ, які використовують ці джерела енергії, можуть компенсувати денне навантаження на мережу, виробляючи електроенергію в періоди високого попиту.

Використання енергії зберігання: Енергію зберігання, таку як акумулятори, можна використовувати для накопичення електроенергії від відновлюваних джерел енергії в періоди низького попиту і віддавати її в мережу в періоди високого попиту. Це дозволяє ГСЕ компенсувати денне навантаження на мережу без необхідності використання централізованої електроенергії.

Використання інтелектуальних систем управління: Інтелектуальні системи управління можуть використовуватися для оптимізації роботи ГСЕ для компенсації денного навантаження на мережу. Ці системи можуть використовувати прогнози погоди та попиту на електроенергію для визначення оптимального способу використання відновлюваних джерел енергії та енергії зберігання.

Приклад:  
Нехай є ГСЕ, яка використовує сонячні панелі та акумулятори для забезпечення електроживлення будинку. У періоди сонячної погоди сонячні панелі виробляють більше електроенергії, ніж споживає будинок. Ця надлишок електроенергія може бути накопичена в акумуляторах. У періоди не сонячної погоди або високого попиту на електроенергію акумулятори можуть віддавати електроенергію в мережу. Таким чином, ГСЕ може компенсувати денне навантаження на мережу, виробляючи електроенергію в періоди високого попиту і віддаючи її в мережу в періоди низького попиту.

Переваги використання ГСЕ для компенсації денного навантаження на мережу:

Зниження попиту на електроенергію: ГСЕ можуть допомогти знизити попит на електроенергію в періоди високого попиту. Це може допомогти уникнути перевантаження мережі та втрати електроенергії.

Зменшення викидів парникових газів: ГСЕ, які використовують відновлювані джерела енергії, можуть допомогти зменшити викиди парникових газів. Це сприяє захисту навколишнього середовища.

Підвищення ефективності використання енергії: ГСЕ можуть допомогти підвищити ефективність використання енергії. Це може призвести до зниження витрат на електроенергію.

Огляд схем гібридних систем електроживлення та їх призначення

Нижче наведено огляд деяких поширених схем ГСЕ:

1.2.3 Гібридні ГСЕ з декількома джерелами енергії які можуть забезпечувати об'єкт цілодобово: Ці ГСЕ можуть використовувати кілька джерел енергії, таких як сонячні панелі, вітрові турбіни, геотермальну енергію, біопаливо та накопичену в акумуляторі енергію. Вони можуть використовуватися для забезпечення безперебійного електроживлення або для зниження витрат на електроенергію.

Такі ГСЕ є найбільш універсальними адже наприклад для забезпечення всіх потреб об'єкту у тепловій та електроенергії вони використовують різноманітні джерела. При наявності таких систем живлення які є незалежні один від одного вони можуть нівелювати спади генерації одного з них та забезпечувати постійне та якісне забезпечення об'єкту.

Переваги використання такої системи:

Можливість використання теплової та електроенергії напряму без подальшого трансформації для зменшення витрат на перетворення її з одного виду в інший.

Можливість перетворювати теплову енергію від геотермальних джерел в електроенергію та навпаки під час недостатньої генерації потрібного типу енергії.

Диверсифікація ризиків у зв'язку з тим що відновлювальна енергія є непостійною, а збільшення різних її джерел дозволить забезпечити потреби під час різних кліматичних та сезонних умов.

Недоліки використання такої системи:

Вартість усієї системи.

Необхідність у якісних спеціалістах для обслуговування та монтування.

Складність в об'єднанні всіх джерел ВДЕ для спільної роботи.

### 1.3 Аналіз обладнання та параметрів гібридних систем електроживлення.

Обладнання для ГСЕ можна класифікувати за типом джерела енергії, типом енергії зберігання та типом управління.

За типом джерела енергії:

- Сонячні панелі: Сонячні панелі перетворюють сонячну енергію в електричну енергію.
- Вітрові турбіни: Вітрові турбіни перетворюють енергію вітру в електричну енергію.
- Геотермальні теплові насоси: Геотермальні теплові насоси використовують геотермальну енергію для нагрівання або охолодження середовища.
- Генератори: Генератори виробляють електричну енергію від інших джерел енергії, таких як паливо або газ.

За типом енергії зберігання:

- Акумулятори: Акумулятори накопичують електричну енергію для подальшого використання.
- Гідроакумулятори: Гідроакумулятори накопичують потенціальну енергію води, яка потім використовується для вироблення електроенергії.
- Суперконденсатори: Суперконденсатори накопичують електричну енергію з високою ефективністю.

За типом управління:

- Контролери заряду: Контролери заряду управляють зарядом і розрядом акумуляторів.

Системи управління: Системи управління оптимізують роботу ГСЕ для досягнення певних цілей, таких як зниження витрат на електроенергію або підвищення надійності.

#### Приклади обладнання для ГСЕ

Нижче наведено приклади обладнання, яке може використовуватися в ГСЕ:

- Сонячні панелі: монокристалічні сонячні панелі, полікристалічні сонячні панелі, тонко функціональні сонячні панелі.

- Вітрові турбіни: горизонтальні вітрові турбіни, вертикальні вітрові турбіни.

- Геотермальні теплові насоси: повітря-вода теплові насоси, вода-вода теплові насоси, земля-вода теплові насоси.

- Генератори: дизельні генератори, газові генератори, бензинові генератори.

- Акумулятори: літій-іонні акумулятори, нікель-метал-гідридні акумулятори, свинцево-кислотні акумулятори.

- Гідроакумулятори: гравітаційні гідроакумулятори, пірсинг-гідроакумулятори.

- Суперконденсатори: електролітні суперконденсатори, оксидно-вуглецеві суперконденсатори, графен-оксидні суперконденсатори.

- Контролери заряду: PWM-регулятори, MPPT-регулятори.

- Системи управління: системи управління на основі штучного інтелекту, системи управління на основі машинного навчання.

Вибір обладнання для ГСЕ залежить від таких факторів, як:

- Призначення ГСЕ: Для забезпечення безперебійного електроживлення потрібне обладнання з резервним джерелом енергії. Для зниження витрат на електроенергію потрібне обладнання з відновлюваними джерелами енергії.

- Географічна локація: У районах з високим рівнем сонячної радіації або вітру доцільно використовувати обладнання, яке використовує ці джерела енергії.

Вартість: Вартість обладнання залежить від типу джерела енергії, типу енергії зберігання та типу управління.

#### 1.4 Висновок.

Гібридні системи електроживлення наразі є найкращим рішенням для об'єктів які бажають зменшити кількість споживаної потужності з мережі. Такі типи установок можуть нівелювати слабкі сторони внутрішніх джерел генерації (штіль, хмарна робота, запилення). Доступні технологічні рішення вже не здаються далекими та недоступними технологіями, натомість високий рівень доступності комплектуючих дозволяє збільшити генерацію певного типу зеленої енергії в регіоні.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ VR-ТРЕНАЖЕРІВ

### 2.1 Огляд різновидів обладнання для використання VR-тренажерів.

Найпоширенішим засобом занурення у віртуальну реальність є спеціалізовані шоломи / окуляри. На розташований перед очима користувача дисплей виводиться відео в форматі 3D. Прикріплені до корпусу гіроскоп і акселерометр відстежують повороти голови і передають дані в обчислювальну систему, яка змінює зображення на дисплеї в залежності від показань датчиків.

В результаті користувач має можливість «озирнутися» всередині віртуальної реальності і відчувати себе в ній, як в реальному світі.

VR-окуляри — це спеціалізований пристрій, здатний симулювати різноманітні аудіовізуальні тривимірні простори. Складається з пластикового (рідше картонного) корпусу, екрана з перегородкою та асферичних лінз, які й фокусують зображення. Ефект присутності створюється завдяки передачі адаптивної картинки на кожне око окремо й відслідковування всіх рухів голови датчиком-гіроскопом та акселерометром.

Для повноцінної взаємодії користувача з елементами віртуальної реальності використовується додаткове оснащення:

- магнітометр — своєрідний компас, що поліпшує орієнтацію у 3D-просторі;
- магнітна кнопка — розширює можливості користувача під час гри (наприклад, може слугувати курком у стрільянинах або прискорювачом швидкості в автоперегонах);
- контролер руху — дозволяє користувачу брати безпосередню участь у грі та взаємодіяти з об'єктами;
- пульт — дозволяє керувати вбудованим відео плеєром та значно розширює функціонал VR-окулярів;
- навушники — забезпечують повне «занурення» у віртуальну реальність;
- мікрофон — дозволяє вводити інформацію голосом та спілкуватися з іншими користувачами;

зовнішні датчики орієнтації в просторі — розміщуються в кутах кімнати для кращого відслідковування переміщень у віртуальній реальності.

## **2.2 Ознайомлення із програмним забезпеченням для використання обладнання VR-тренажерів.**

Вибір програмного забезпечення для VR тренажерів залежить від таких факторів, як:

- Призначення тренажерного процесу: Для різних цілей використовуються різні типи програмного забезпечення. Наприклад, для навчальних цілей використовується програмне забезпечення, яке дозволяє створювати реалістичні і інтерактивні середовища. Для медичних цілей використовується програмне забезпечення, яке дозволяє моделювати різні медичні процедури.
- Рівень складності тренажерного процесу: Деякі програми для VR тренажерів призначені для новачків, а інші - для досвідчених користувачів.
- Вартість програмного забезпечення: Вартість програмного забезпечення для VR тренажерів може варіюватися від декількох сотень до декількох тисяч доларів.

Серед популярних програм для VR тренажерів можна виділити такі:

- Unity: Це потужна платформа для розробки ігор і додатків, яка також може використовуватися для створення VR-тренажерів.
- Unreal Engine: Це ще одна потужна платформа для розробки ігор і додатків, яка також може використовуватися для створення VR-тренажерів.
- Google VR: Це програмне забезпечення, яке дозволяє створювати і запускати VR-тренажери на пристроях Google VR.
- Oculus Rift: Це програмне забезпечення, яке дозволяє створювати і запускати VR-тренажери на пристроях Oculus Rift.
- HTC Vive: Це програмне забезпечення, яке дозволяє створювати і запускати VR-тренажери на пристроях HTC Vive.



Переваги використання VR тренажерів. VR тренажери мають ряд переваг в порівнянні з традиційними методами навчання і тренування. До таких переваг можна віднести:

- Реалістичність: VR тренажери дозволяють створювати реалістичні і інтерактивні середовища, які можуть допомогти користувачам краще зрозуміти і засвоїти матеріал.
- Безпека: VR тренажери дозволяють користувачам практикуватися в безпечному середовищі, не ризикуючи отримати травму.
- Ефективність: VR тренажери можуть бути більш ефективними, ніж традиційні методи навчання і тренування.

### 2.3 Вибір обладнання та програмного забезпечення для використання VR-тренажеру.

Для виконання лабораторної роботи буде використовуватися наступне обладнання та програмне забезпечення:

- Oculus Quest 2 (рис. 2.1)



Рис. 2.1 – Зображення Oculus Quest 2.

Сам комплект складається з (рис. 2.2):

- Шолома,

- Двох контролерів Touch зі вставленими батарейками AA;
- Провід USB-C + адаптер живлення;
- Роздільник для окулярів;
- Маленької коробки з документацією.



Рис. 2.2 – Зображення комплектуючих в системі Oculus Quest 2.

Фізичні характеристики Oculus Quest 2. Цей дизайн шолом схожий на перший Oculus Quest, але модель легша і трошки менша. Загалом його вага 503 грама. Корпус виконаний із білого пластику і загалом дизайн виглядає естетично.

Користуватися краще бережно, щоб не забруднити пристрій.

На правій стороні шолому встановили кнопку увімкнення разом з індикатором. Також там присутній вхід 3.5 мм джек для зовнішніх навушників. Трохи нижче регулятор гучності.

У шоломі є вбудовані навушники та два мікрофона на корпусі. Зовнішні навушники не підтримуються. Ободок Oculus Quest 2 зроблений із щільного тканинного ремінця, який охоплює голову і проходить по потилиці. Він широкий і зроблений з того ж матеріалу, що і ремені рюкзаків. Затягується він пряжками.

Oculus Quest 2 оснащений м'якими підкладками з вибираючого матеріалу.

Технічні характеристики:

- Екран: LCD з розширенням 1832×1920px на одне око;
- Кут огляду: 90 градусів;
- Частота оновлення екрану: нативна - 90Гц, робоча - 72Гц;

- Відстань між зіницями має 3 режими: 58мм, 63мм і 68 мм;
- Внутрішній трекінг: 6 ступенів свободи;
- Процесор: Qualcomm® Snapdragon XR2, Adreno 650;
- Оперативна пам'ять: 6Гб LPDDR5;
- Вбудована пам'ять: 64 або 256Гб;
- Платформа: Oculus Mobile (на базі Android 10);
- Акумулятор: 3640 мАг з 10 Вт зарядкою
- Вага шолома: 503 г;
- Підключення: 1x USB-C;
- Мінімальна ігровий простір: 2x2 метри

Контролери (рис 2.3).

Кожен контролер важить 126 г. без батареїки і 147 г. з батареєю. Це два витягнутих пластикових контролера з кільцем зверху. Вони виконані з пластика, поверхня якого трохи змінена в порівнянні з попередньою моделлю Touch. Зроблено це для кращого зчеплення, але результат практично непомітний. Загє на правому контролері додана текстурна накладка, щоб можна було відрізнити його тактильно, не знімаючи шолом.



Рис. 2.3 – Контролери Oculus Quest 2.

На них є кнопки схоплення, тригер, кнопки АВ / ХУ і аналоговий стік. Додано простір для великого пальця, щоб міцно тримати контролер, коли ви не використовуєте кнопки.

Кожен контролер працює на одній АА батарейці. Її потужності вистачає на 30 годин роботи, тому при регулярному використанні можна міняти їх раз в декілька тижнів.

- Програмне забезпечення для виконання лабораторної роботи розроблене Українською компанією «Kampov Technology LTD».

Даний симулятор дозволяє ознайомитися із схемами підключення альтернативних джерел електроенергії до мережі будинку и загальної електромережі. Симулятор демонструє, що існують відмінності у схемах при використанні різних альтернативних джерел електроенергії. Розглянуто випадок використання двох типів джерел: вітрогенератора та сонячної станції. Для цього користувач необхідно виконати завдання з підключення необхідного обладнання до мережі.

## 2.4 Висновок

Oculus Quest 2 - це автономна VR-гарнітура, яка не вимагає підключення до комп'ютера або мобільного пристрою. Це робить її привабливим варіантом для навчальних цілей, оскільки її можна використовувати в будь-якому місці, де є достатньо місця для руху.

Переваги Oculus Quest 2 для навчальних цілей:

- Автономність: Oculus Quest 2 не вимагає підключення до комп'ютера або мобільного пристрою, що робить її зручним варіантом для використання в навчальних аудиторіях.
- Реалістичність: Oculus Quest 2 забезпечує високу якість зображення та звуку, що може допомогти учням краще зрозуміти навчальний матеріал.
- Захопливість: Oculus Quest 2 може бути дуже захоплюючою для учнів, що може допомогти їм залишатися мотивованими та зосередженими на навчанні.

Індивідуалізація: Oculus Quest 2 можна налаштувати на індивідуальні потреби учнів, що може допомогти їм швидше та ефективніше навчатися.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕМИКАННЯ У ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ VR-ТРЕНАЖЕРУ

### 3.1 Огляд загального процесу проходження навчання з використанням

#### VR-тренажеру.

Загальний процес проходження навчання з використанням VR-тренажеру можна розділити на наступні етапи:

- Підготовка: Перед початком навчання учень повинен пройти підготовку, яка включає в себе інструктаж з використання VR-гарнітури та тренувальних симуляторів.

- Навчання: На цьому етапі учень виконує завдання в віртуальному середовищі. Ці завдання можуть бути спрямовані на розвиток конкретних навичок або знань.

- Оцінка: На цьому етапі учень проходить оцінку своїх знань і навичок. Ця оцінка може бути у формі тестів, практичних завдань або відео.

- Підсумок: На цьому етапі учень отримує підсумковий звіт про своє навчання. Цей звіт може містити інформацію про його успіхи, а також рекомендації щодо подальшого навчання.

#### Етап 1: Підготовка

На цьому етапі учень отримує інструктаж з використання VR-гарнітури та тренувальних симуляторів. Інструктаж повинен включати в себе наступну інформацію. Основи використання VR-гарнітури: як одягати та знімати гарнітуру, як налаштувати її під себе, як взаємодіяти з віртуальним середовищем. Правила безпеки: як уникнути травм і дискомфорту при використанні VR-гарнітури. Ознайомлення з тренувальними симуляторами: як керувати симуляторами, як виконувати завдання в симуляторах.

#### Етап 2: Навчання.

На цьому етапі учень виконує завдання в віртуальному середовищі. Ці завдання можуть бути спрямовані на розвиток конкретних навичок або знань. Наприклад, учень може навчатися хірургії, ремонтувати автомобілі або керувати

літаком. Завдання в VR-тренажерах можуть бути дуже реалістичними і захоплюючими. Це може допомогти учням краще зрозуміти навчальний матеріал і швидше засвоїти навички.

Етап 3: Оцінка.

На цьому етапі учень проходить оцінку своїх знань і навичок. Ця оцінка може бути у формі тестів, практичних завдань або відео. Оцінка допомагає визначити, чи досяг учень поставлених цілей навчання. Вона також може допомогти визначити, які області вимагають додаткового опрацювання.

Етап 4: Підсумок.

На цьому етапі учень отримує підсумковий звіт про своє навчання. Цей звіт може містити інформацію про його успіхи, а також рекомендації щодо подальшого навчання. Підсумковий звіт може бути корисним для учня, оскільки він допомагає йому проаналізувати свої результати і визначити, в яких областях він може покращитися.

Переваги використання VR-тренажерів

## **3.2 Розробка методики дослідження процесів перемикання гібридних систем електроживлення за допомогою VR-тренажеру Oculus Quest 2.**

### **3.2.1 Підготовчі процеси перед використанням окулярів віртуальної реальності.**

Перед початком роботи з VR-гарнітурою важливо підготувати її та свою робочу зону до використання. Завантажте та встановіть необхідне програмне забезпечення. Налаштуйте VR-гарнітуру так щоб положення окулярів було комфортне та не викликало дискомфорту під час довготривалих сесій використання.

Створення безпечної зони в якій ми будемо працювати, за рекомендацією виробника гарнітури Oculus Quest 2 це повинна бути ділянка на поверхності розміром 2\*2 м. яка не буде мати біля себе великих об'єктів. Під час використання Oculus Quest 2 висока ймовірність що під час інтенсивного

процесу експлуатації, оператор вийде за межі безпечної зони та постраждає він або обладнання.

### 3.2.2 Виконання монтажних робіт за допомогою освітнього додатку на віртуальному тренажері.

При запуску навчальної програми ми опиняємося в основному лоббі (рис. 3.1) де можемо вибирати яку лабораторну роботу будемо сьогодні проходити.

Програмі необхідно щоб користувач ввів свої дані щоб зберігати та відображати прогрес того хто виконує ці завдання. Провівши авторизацію вам буде відображатися меню з вибором лабораторного завдання де потрібно вибрати необхідну тему лабораторної роботи та запустити її виконання.



Рис. 3.1 – Головне меню навчальної програми.

Підтвердивши свій вибір ми потрапляємо вже в саму віртуальну роботу. На початку роботи нас зустрічає будинок для якого ми і будемо вибудовувати різні системи гібридного електропостачання впродовж лабораторної роботи. Ми можемо оглянути будинок зовні (рис 3.2) та зрозуміти що у якості відновлювальних джерел енергії він використовує силу сонця та щоб його акумулювати 12 сонячних панелей, а також силу вітру з вертикальним вітряком. Цих вхідних даних достатньо щоб зрозуміти які можливі



підключення можливі в цьому будинку та на який об'єм робіт ми як можемо  
 оцінювати.

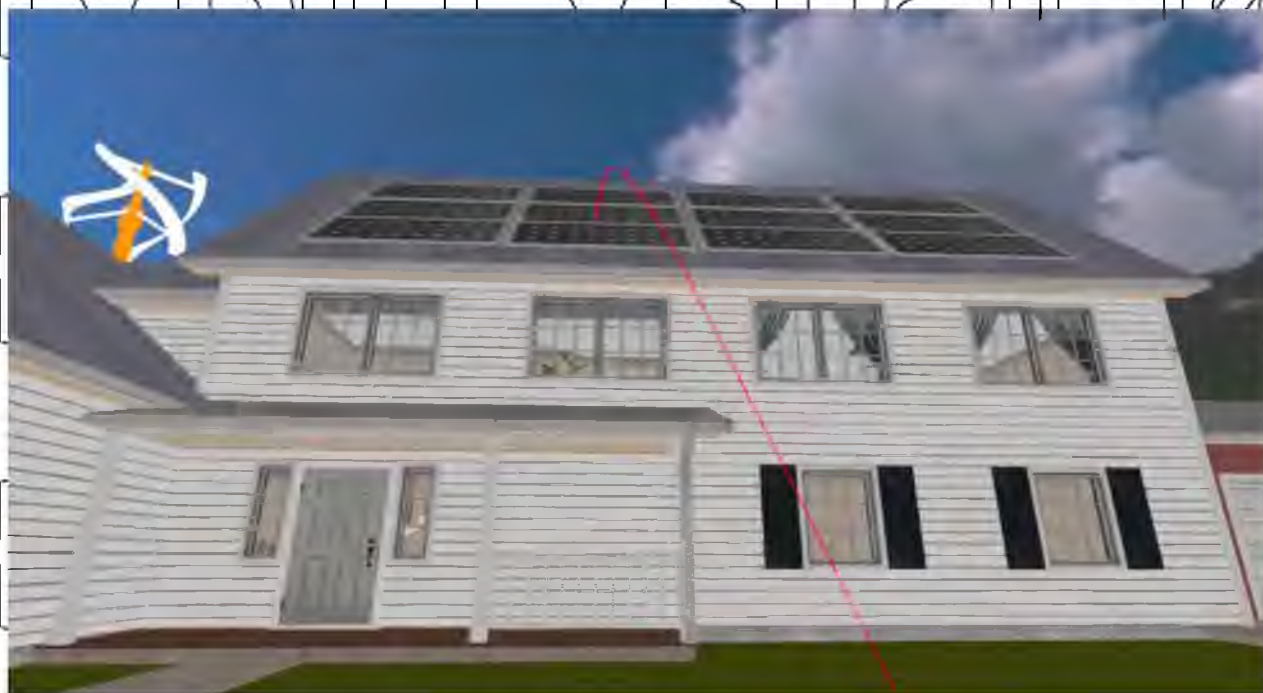


Рис. 3.2 - Віртуальний будинок ззовні.

Щоб переміщуватись по локації ми використовуємо певні тригери на  
 будь-якому контролері. Під час використання появляється напрям (рис. 3.3)  
 куди ми бажаємо переміститися.



Рис. 3.3 – Пересування в VR-тренажері.

При правильному виборі, а він буде означати що переміщення відбувається в дозволєній зоні тоді маркер переміщення буде білого кольору і та набуде вигляду кола з буквами «КТ». Відпустивши тригер виконується переміщення. Якщо ж навпаки при направленні в зону яка не відповідає за навчальний процес лінія переміщення буде червоного кольору та переміщення не відбудеться.

Виконуючи поради що звучать від віртуального помічника ми спускаємся в підвал (рис. 3.4) де відбуватиметься основна частина лабораторної роботи.



Рис. 3.4 Місце виконання практичної роботи.

Наступні дії з проходження роботи будуть виконуватися на планшеті (рис. 3.5) яким можна активувати натиснувши на кнопку Y на лівому контролері.

НУБІП України



Рис. 3.5 - Зображення доступних завдань під час виконання лабораторної роботи.

В планшеті відображається дві основних закладки а саме:

Закладка «ТЕОРІЯ» (рис. 3.6) в якій відображається та озвучується основна необхідна інформація що потрібна в даний момент.



Рис. 3.6 – Зображення робочого планшета.

В закладці «ТЕОРІЯ» є 4 основні елементи управління за допомогою яких можемо виконувати наступні дії:

1. Перезапустити даний фрагмент теоретичних даних;
2. Відмотати назад;
3. Пауза – пуск;
4. Відмотати вперед.

- Закладка «ЗАВДАННЯ» (рис 3.7) яка слугує нашою робочою картою де вказуються пункти які потрібно виконувати щоб завершити лабораторну роботу



Рис.3.7 – Порядок виконання завдань.

Завдання що вже виконані будуть мати плюс перед свої номером, таким чином в подальшому виконанні ми зможемо краще орієнтуватися в процесі та поступово згідно з програмою закривати ті чи інші пункти.

Виконуючи завдання з планшета (рис 3.8) ми освоюємо загальний алгоритм роботи в енергоустановках, тому 2-ге завдання перевірити чи вимкнений щит та чи безпечно працювати з ним.

Для кращої організації процесу та щоб виконавець роботи рухався в правильному напрямку програма підсвічує місця де потрібно виконувати наступне завдання.



Рис. 3.8 – Зображення напрямку для переміщення.

Це дозволя не путатися в процесі виконання та краще зрозуміти послідовність дій.

Перемістившись і на визначену позицію (рис 3.9) ми побачимо наступне:

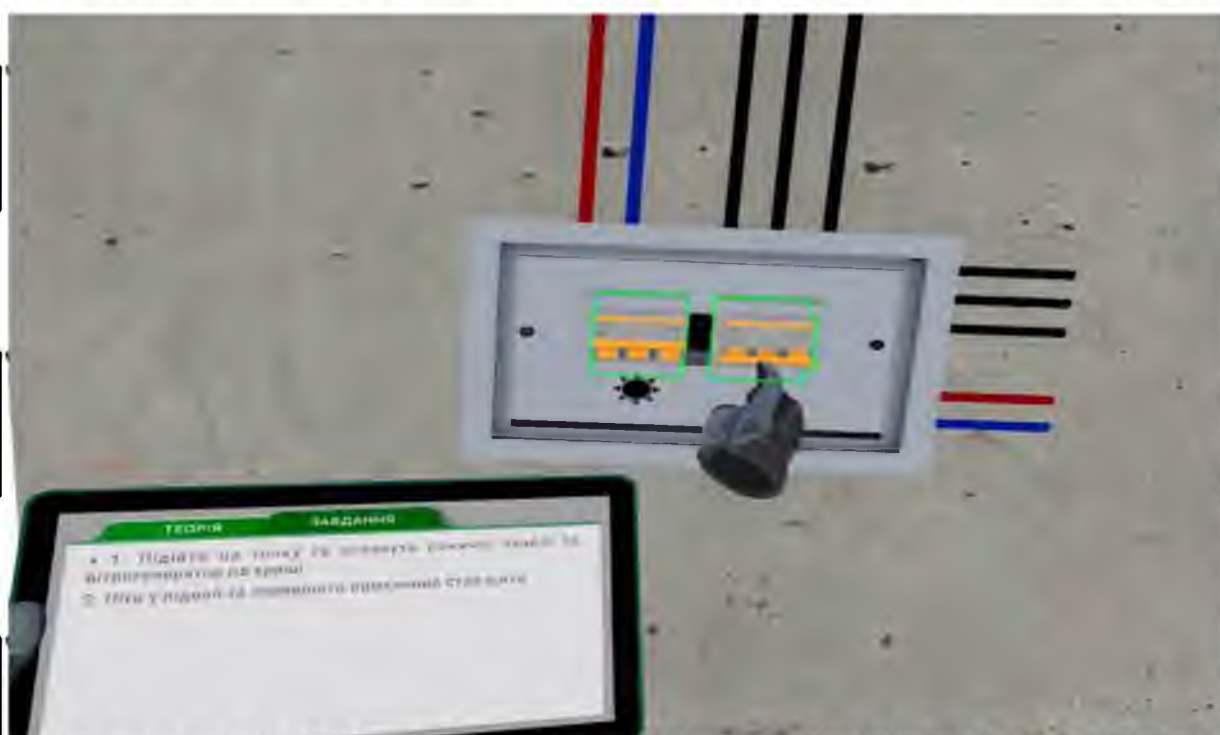


Рис 3.9 – Щит для підключення до СЕС та ВЕС.

На щиті який відповідає підключення СЕС та ВЕС нам потрібно вимкнути автоматичні вимикачі. Для взаємодії з предметами необхідно затиснути бічний тригер який на лівій руці знаходиться справа, а на правій зліва. Кожен такий тригер відповідає за свою руку та дозволяє у разі необхідності працювати двома руками щоб пришвидшити процес монтажу.

Наступним кроком нам потрібно переміститися до щита що відповідає за живлення будинку (рис 3.10)

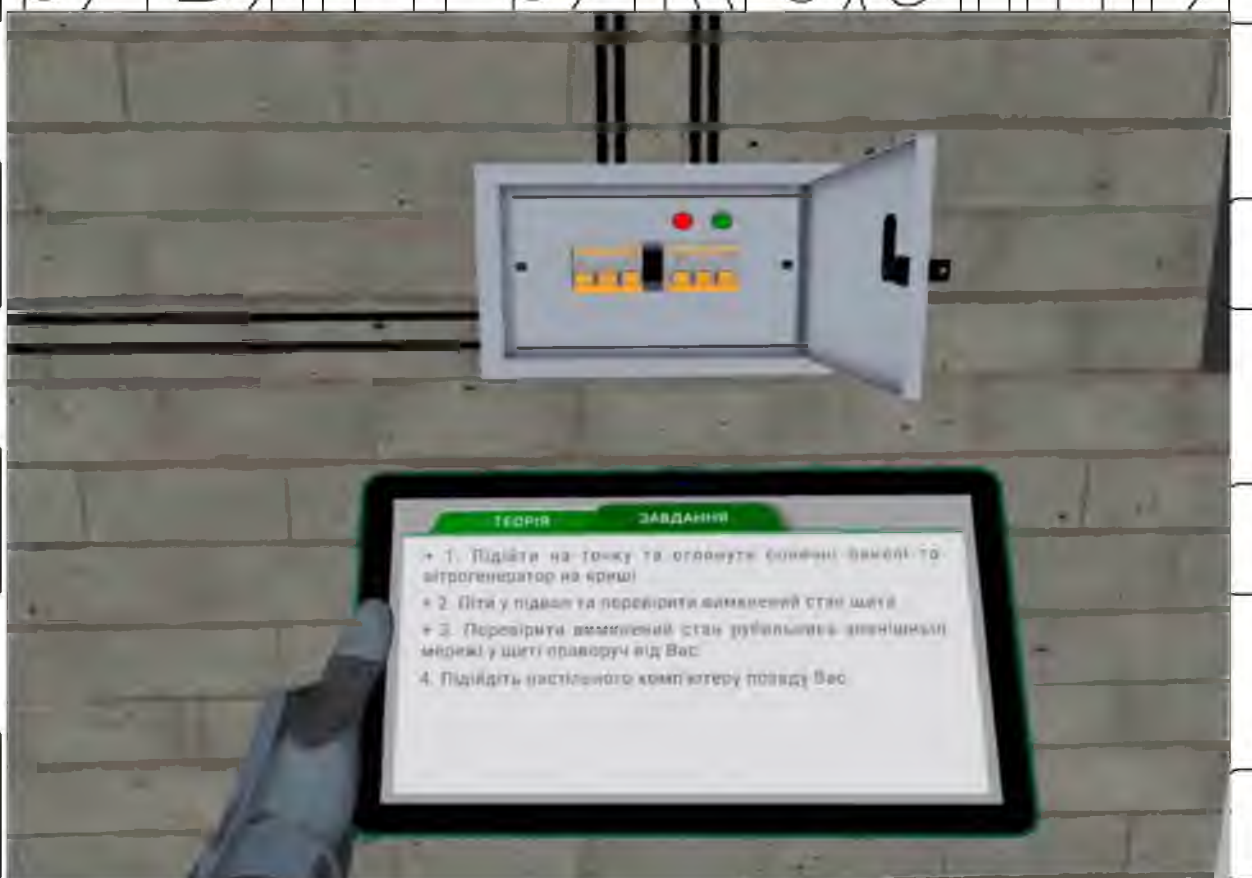


Рис. 3.10 – Щит зовнішньої мережі.

В цьому щиті є два вимикачі які дозволять підключати будинок до загальної та автономної системи живлення.

Виконуючи 4 пункт ми повинні підійти до комп'ютера (рис 3.1). Схеми підключення альтернативних джерел можна поділити на дві великі категорії з підключенням до зовнішньої мережі та автономні. Також існують відмінності у схемах використання різних альтернативних джерел електроенергії.

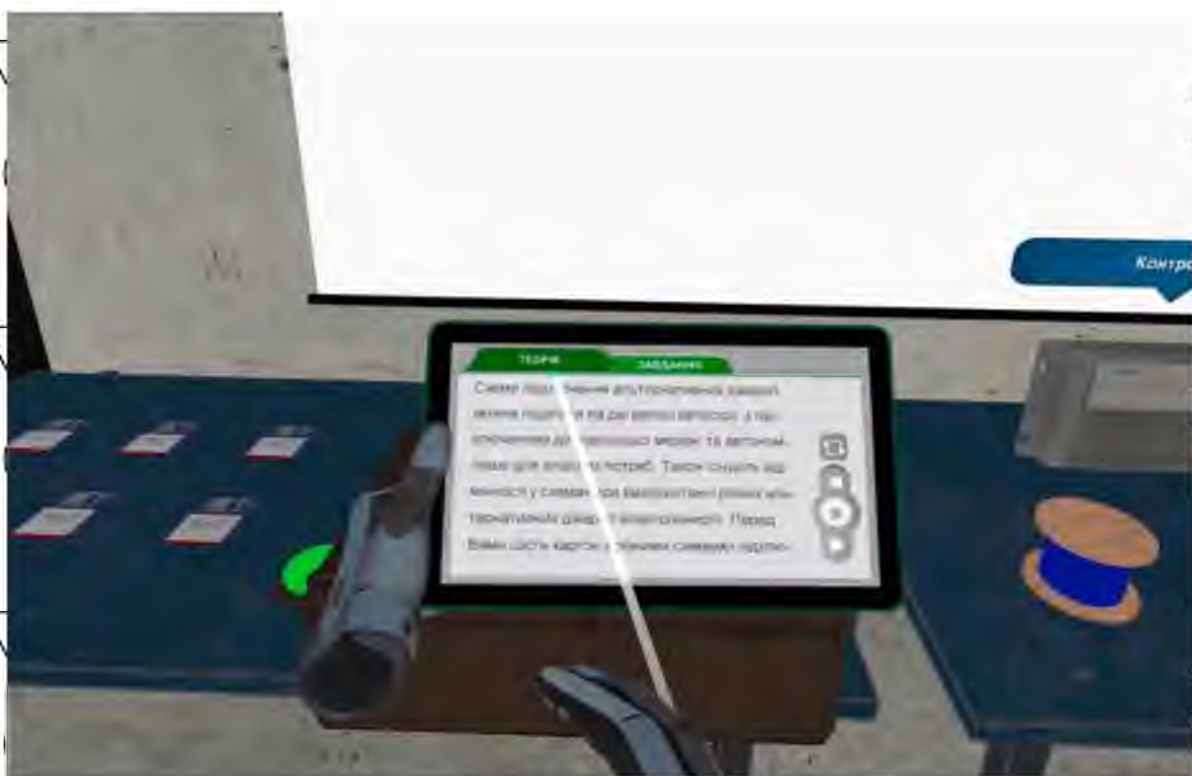


Рис. 3.11 - Зображення зони з завданнями.

Перед нами 6 карток з різними схемами підключення (рис 3.12).

Виконавши теоретичну частину наступним кроком буде вже практичне виконання 6 завдань на стенді.

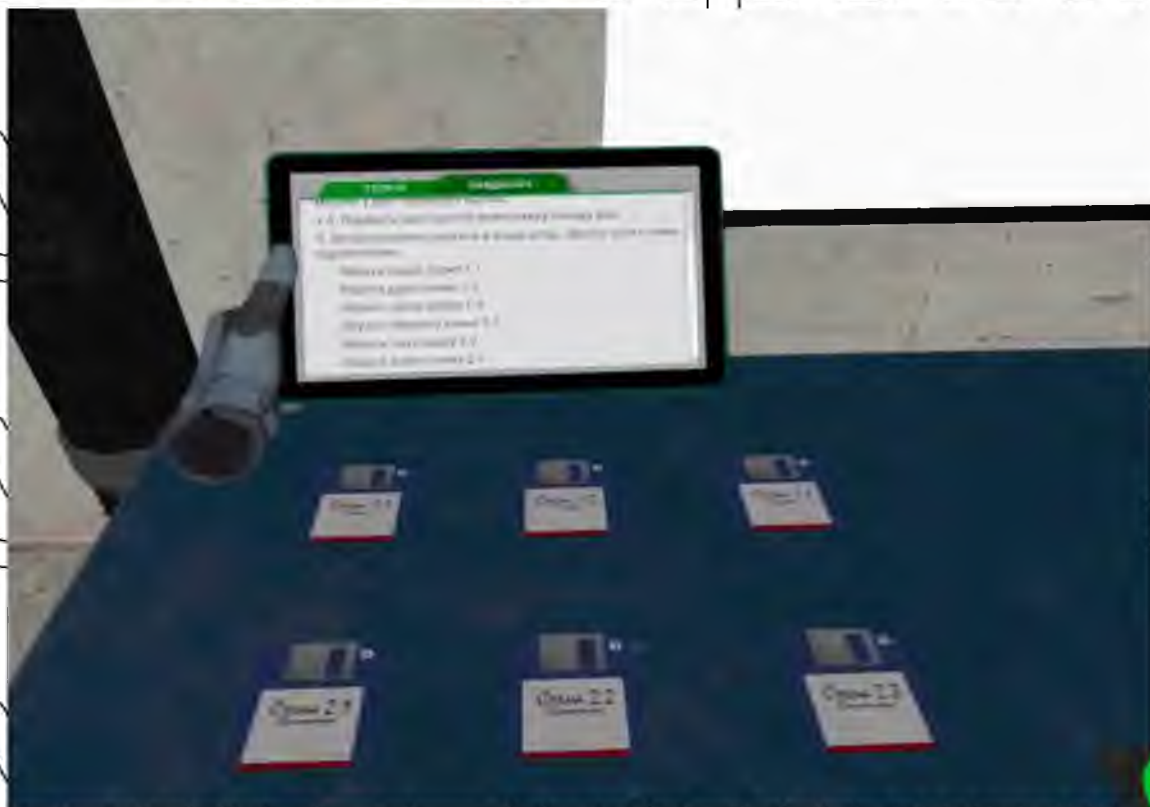


Рис 3.12 – Зображення порядку виконання карток.

Виконання пункту 5 складається з декількох етапів, а саме:

а допомогою джойстика вибираємо картку з відповідним номером та вставляємо в комп'ютер;

вивчаємо схему що відображається на моніторі та приступаємо до її монтажу на стенді;

відбираємо необхідні комплектуючі та встановлюємо їх на стенд;

перевіряємо зібрану схему та запускаємо її

разі успішного запуску переходимо до наступної.

Виконуючи картки 1.1, 1.2, 1.3 ми відпрацьовуємо підключення

відновлювальних джерел в парі з підключенням будинку до зовнішньої електромережі.

Виконання схеми 1.1:

Підключення сонячних панелей до загальної мережі будинку з паралельним живлення від зовнішньої мережі (рис. 3.13).



Рис. 3.13 – Схема підключення сонячної панелі до ГСБ.



Виконання відбувається в робочій зоні (рис. 3.14) де буде відображатися як потрібно встановлювати елементи/схеми.

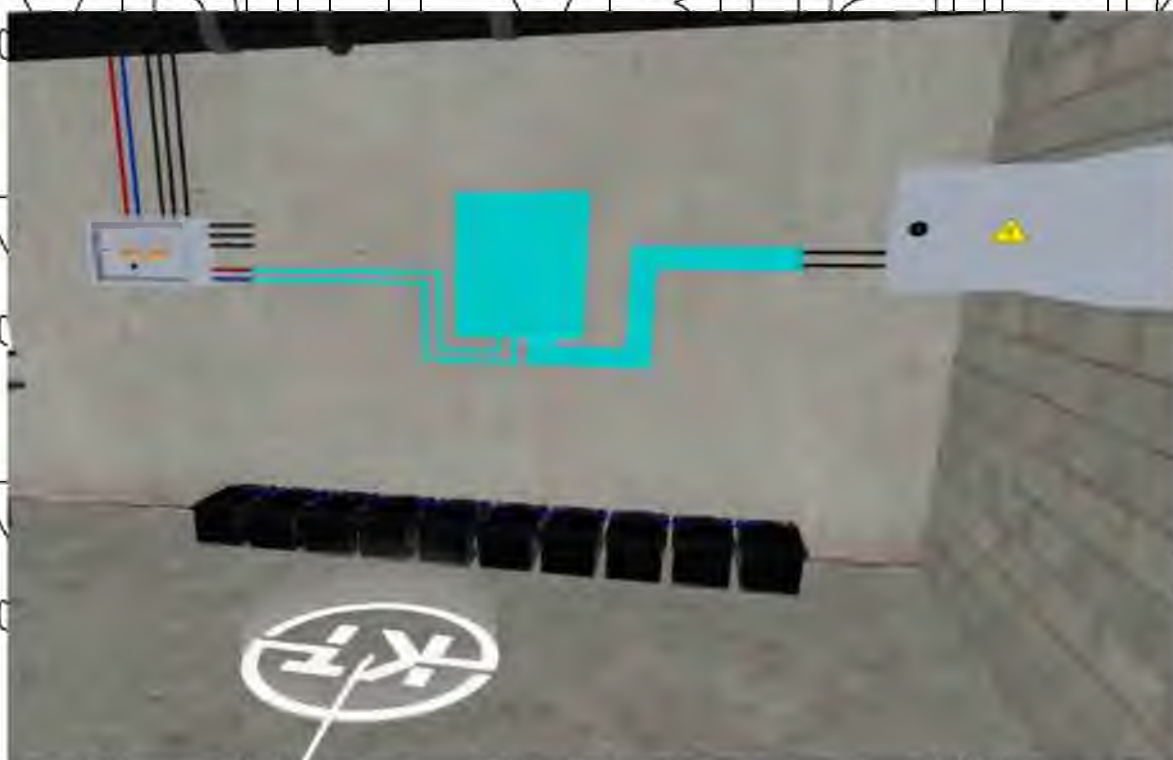


Рис. 3. 14 - Практична зона виконання монтажу.

Беремо мережевий інвертор з МРРТ з місця де зберігається інвертори різних типів та встановлюємо (рис. 3.15) його згідно умовного відображення на місце монтажу.

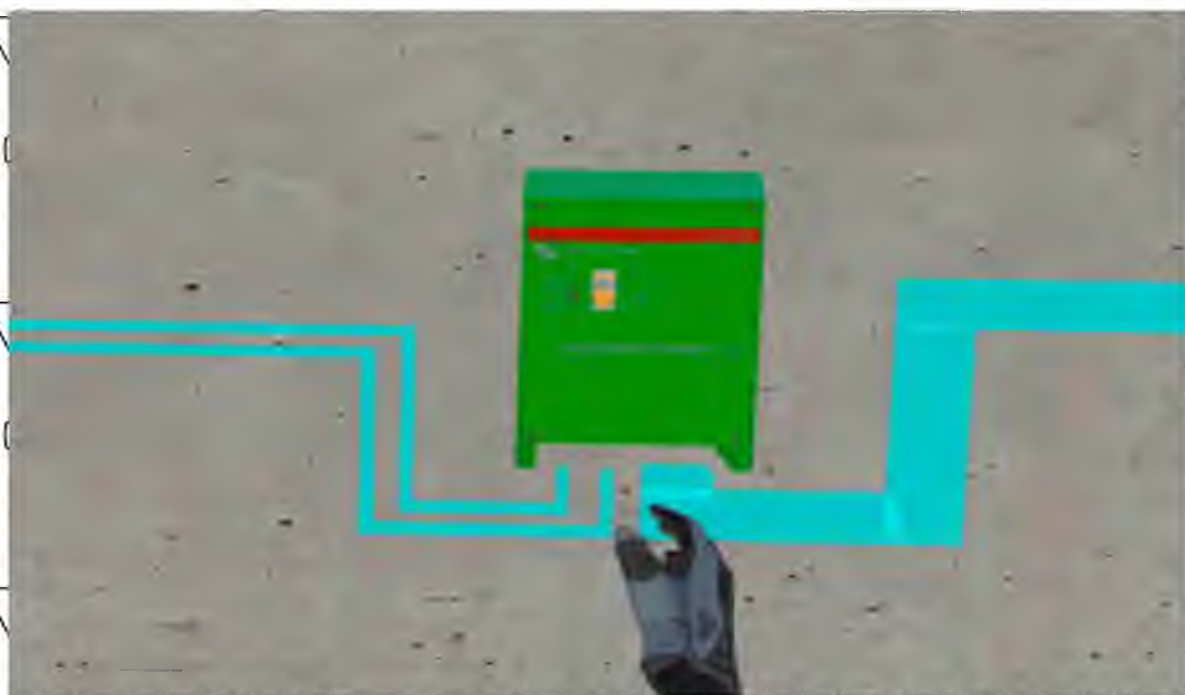


Рис. 3.15 – Зображення правильного розміщення деталі.

Також необхідні деталі знаходяться на зліва (рис 3.16).



Рис. 3.16 – Деталі що використовуються в монтажі.

На цьому столі є зеднувальні провідники, синій та червоний для підключення елементів що працюють на постійному струмі такі як сонячні панелі, акумулятори, контролер, контролер МРРТ, автономний інвертор, мережевий інвертор та мережевий інвертор з МРРТ. Чорні провідники використовуємо для зеднання елементів на змінному струмі такі як вітряк та виводи з інвертора з мережею будинку. Також тут зберігаються необхідні для монтажу контролер для вітряка та контролер МРРТ для фотоелектричних елементів. Підєднання провідників відбувається згідно кольорового маркування що вказано на рисунку нище (рис. 3.17).



Рис. 3.17 – Зображення монтажу кабелю.

З'єднавши всі провідники згідно схеми наступним кроком буде зовнішня візуальна оцінка під'єднання. Виконуючи ввімкнення схеми спочатку вмикаємо живлення з сонячних панелей, а вже після цього вмикаємо автомат що живить будинок. У разі успішного складання схеми щит з виводом живлення до будинку буде підсвічуватися зеленим кольором (рис 3.18).



Рис. 3.18 – Зображення вірного виконання завдання.

Також на підтвердження правильності ми можемо глянути в планшет з

завданнями, біля пункту з завданням 1.1 з'явиться «+» що означатиме про

успішне виконання завдання, також картка в компютері що відповідає ша це

завдання отримає статус виконаного (рис 3.19).



Рис. 3.19 – Підтвердження виконання завдання.

Виконання схеми 1.2:

Якщо замість сонячної електростанції встановлено вітрогенератор тоді потрібного контроллер що дозволить перетворити енергію змінного струму в постійний струм та мережевий інвертор що буде перетворювати згенеровану енергію в напругу що підходить для мережі будинку (рис 3.20). Також для цієї схеми передбачено акумулятори що зберігають згенеровану енергію та дозволяють використовувати накопичений запас під час зменшення генерації.



Рис. 3.20 – Схема підключення вітрогенератора до ГСЕ.

Монтаж відбувається за попереднім алгоритмом. Завершивши монтаж виконуємо візуальну перевірку, вмикаємо АВ від вітрогенератора та АВ що підключає дану схему до мережі. Зелений колір на щиті та позначка в планшеті підтверджують правильність виконання підключення що дозволяє виконувати наступне завдання.

Виконання схеми 1.3:

Схема підключення сонячних панелей, вітрогенератора, акумуляторної батареї, контролера до мережевого інвертора та створення гібридної системи електроживлення (рис 3.21)

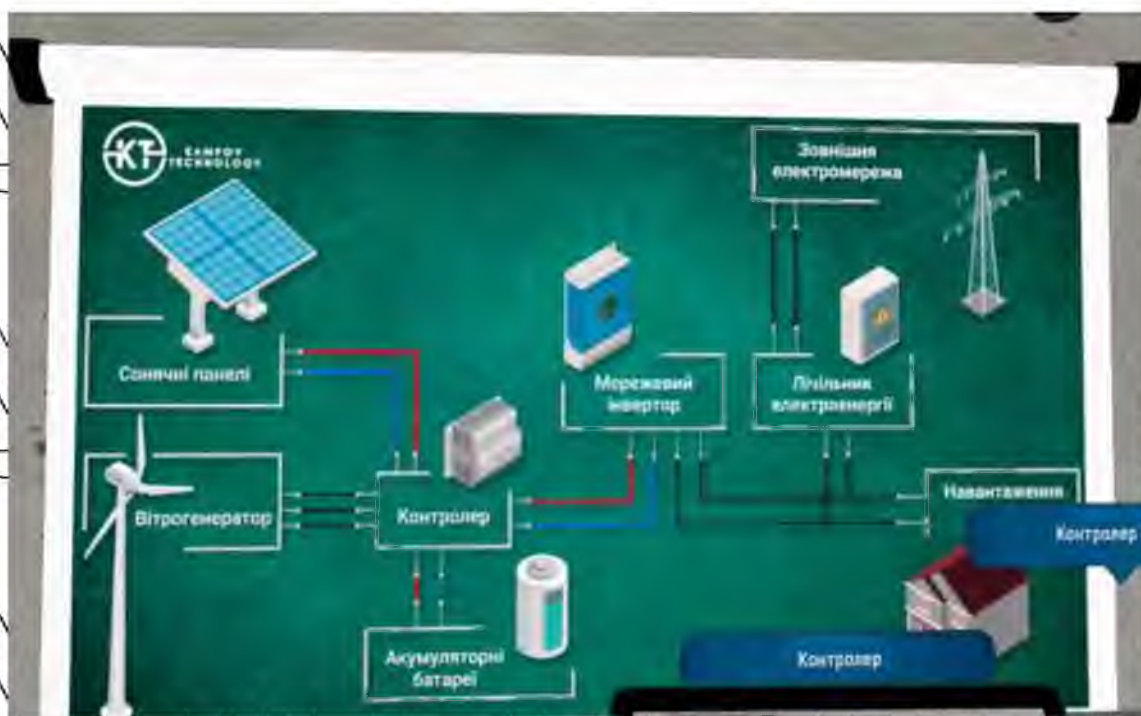


Рис. 3.21 – ГСЕ на основі сонячних панелей та вітрогенератора.

Дана схема дозволяє зменшити вплив погодних чинників на генерацію

електроенергії та створення 4 можливих сценарії її використання, а саме:

ід час вітряної погоди але при відсутності достатньої сонячної генерації вітрогенератор генерує більшість енергії для забезпечення потреб

ід час штилю але достатньої сонячної генерації СЕС виконує роль

основного джерела генерації електроенергії для забезпечення потреб в енергії;

ід час вітряної та сонячної погоди обидва джерела генерації дають

достатньо потужності щоб забезпечити внутрішні потреби та разом з тим

залишкова потужність передається на зарядку акумуляторної батареї;

ри відсутності генерації або в нічний час мережовий інвертор

використовує накоплену потужність в акумуляторній батареї для покриття потреб в електроенергії.

Ось так повинна виглядати правильно зібрана схема 1.3 (рис 3.22).

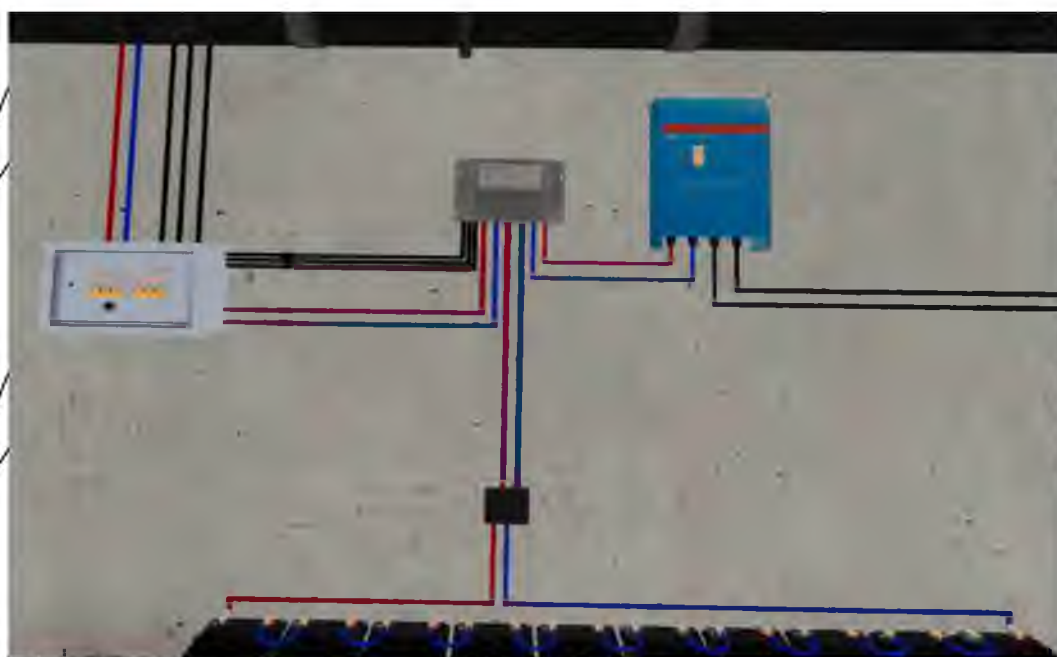


Рис. 3.22 – Зображення правильно виконаного монтажу

Завершивши монтаж виконуємо візуальну перевірку, вмикаємо АВ від вітрогенератора, сонячних панелей та АВ що підключає дану схему до мережі.

Зелений колір на щиті та позначка в планшеті підтверджують правильність виконання під'єднання що дозволяє виконувати наступне завдання.

Наступними у виконанні будуть картки 2.1, 2.2, 2.3 що відповідає за створення автономних мереж. Суть їхньої роботи в тому що будинок живиться за рахунок зовнішньої мережі але в мометни відключення або перебоїв в мережі будинок переходить на автономне живлення забезпечуючи свої потреби за рахунок внутрішньої генерації електроенергії.

Виконання схеми 2.1:

При використанні тільки сонячної електростанції для автономного живлення будинку схема буде використовувати автономний інвертор та контроллер з МРРТ (рис 3.23).

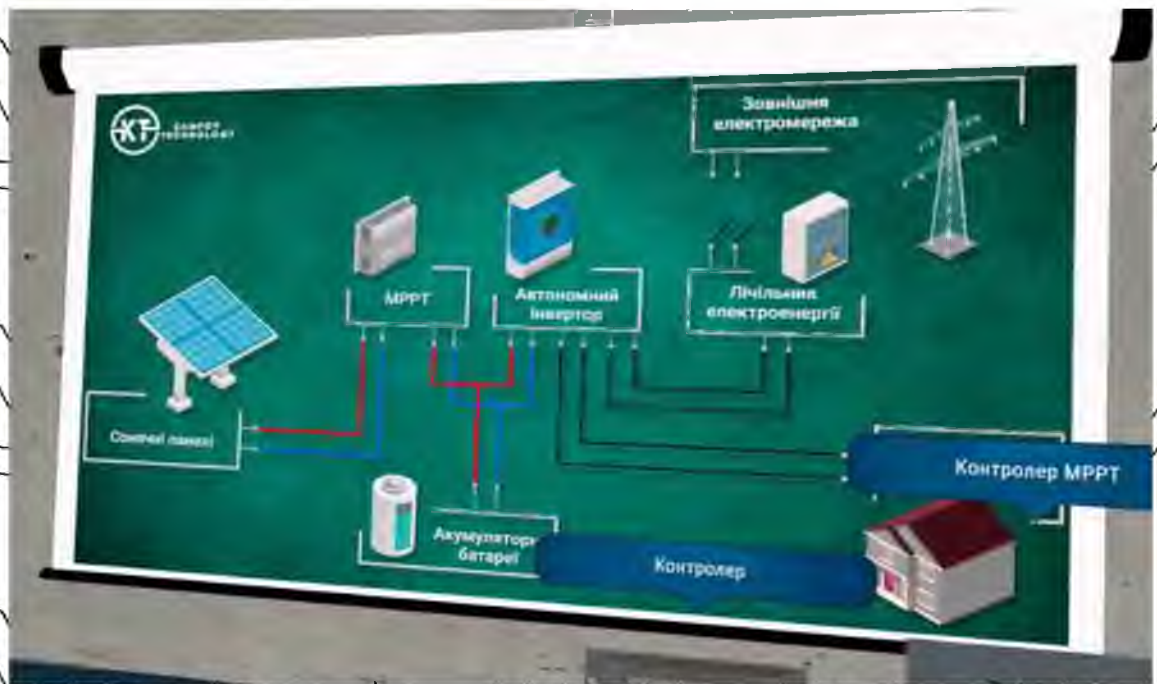


Рис. 3.23 – Схема автономної мережі на основі сонячних панелей.

Під час монтажу будь якої з 6 навчальних схем ми можемо стикнутися з

помилками монтажу (рис 3.24), а саме до основних помилок можна віднести:

неправильно підібрані основні силові елементи;

неправильне під'єднання провідників постійного струму як зображено  
нище;

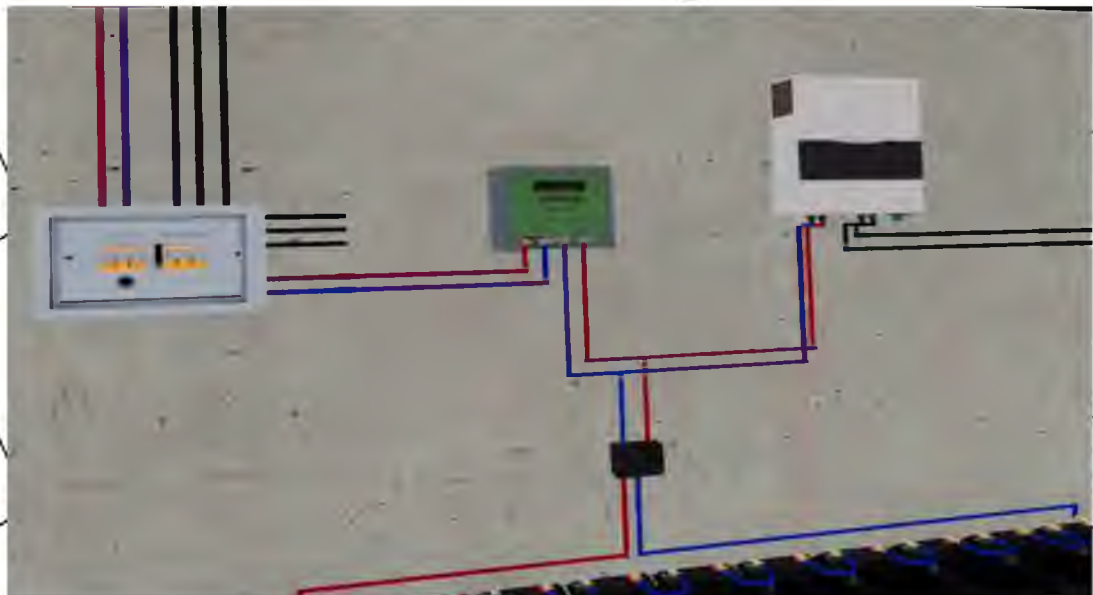


Рис. 3.24 – Зображення можливих помилок при монтажі.

Виправивши помилки монтажу та заново зібравши схему правильно ми  
отримаємо наступний результат (рис. 3.25).

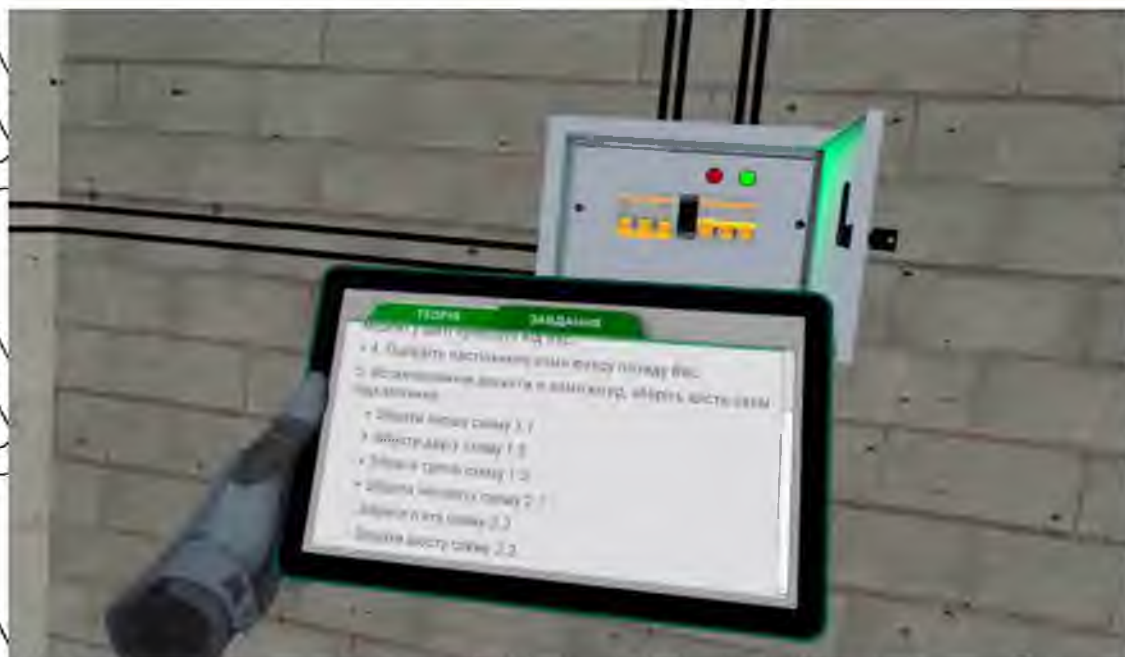


Рис. 3.25 – Зображення підтвердження правильності схеми.

Виконання схеми 2.2:

При використанні вітрогенератора потрібний автономний інвертор та

контролер що буде перетворювати змінну напругу від вітрогенератора в

постійну тим самим заряджаючи акумуляторні батареї та живлячи інвертор (рис

Сама схема є простою тому проблем у монтажі на тренажері не виникало.

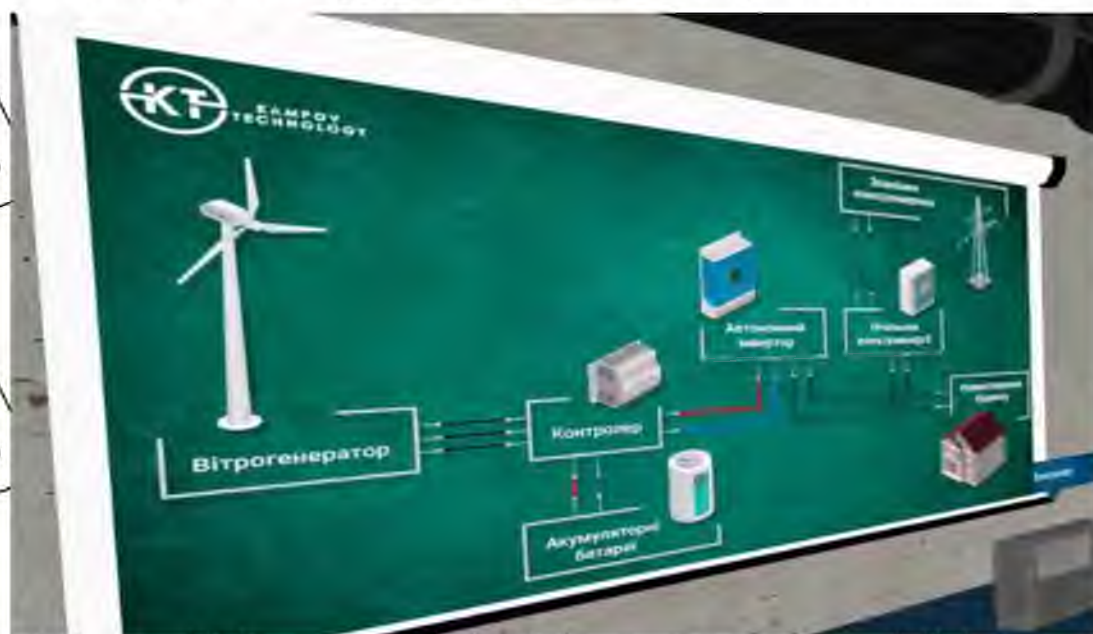


Рис. 3.26 – Автономія ПСЕ на вітрогенераторі.

Виконання схеми 2.3



Використання обох типів джерел (вітрогенератора та сонячної станції), як і у випадку системи з підключенням до мережі збільшує надійність електропостачання (рис. 3.27). Для організації такої системи необхідні акумуляторні батареї, контроллер та інвертор.

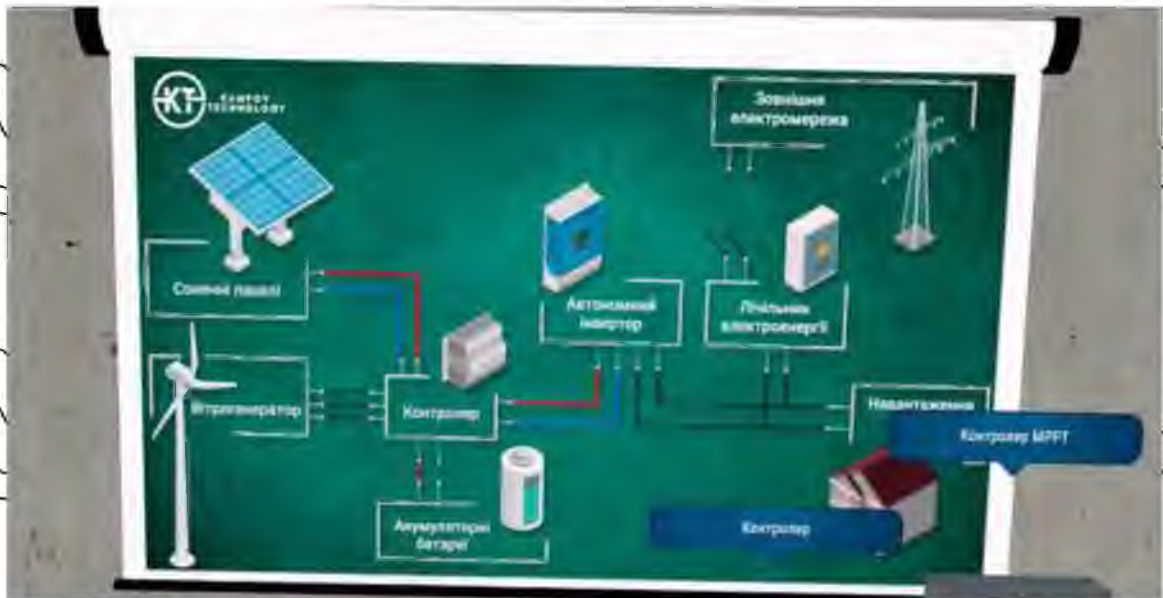


Рис. 3.27 – Автономна ГЕС на сонячних панелях та вітрогенераторі. Повністю зібрана та протестована схема буде виглядати наступним чином (рис.

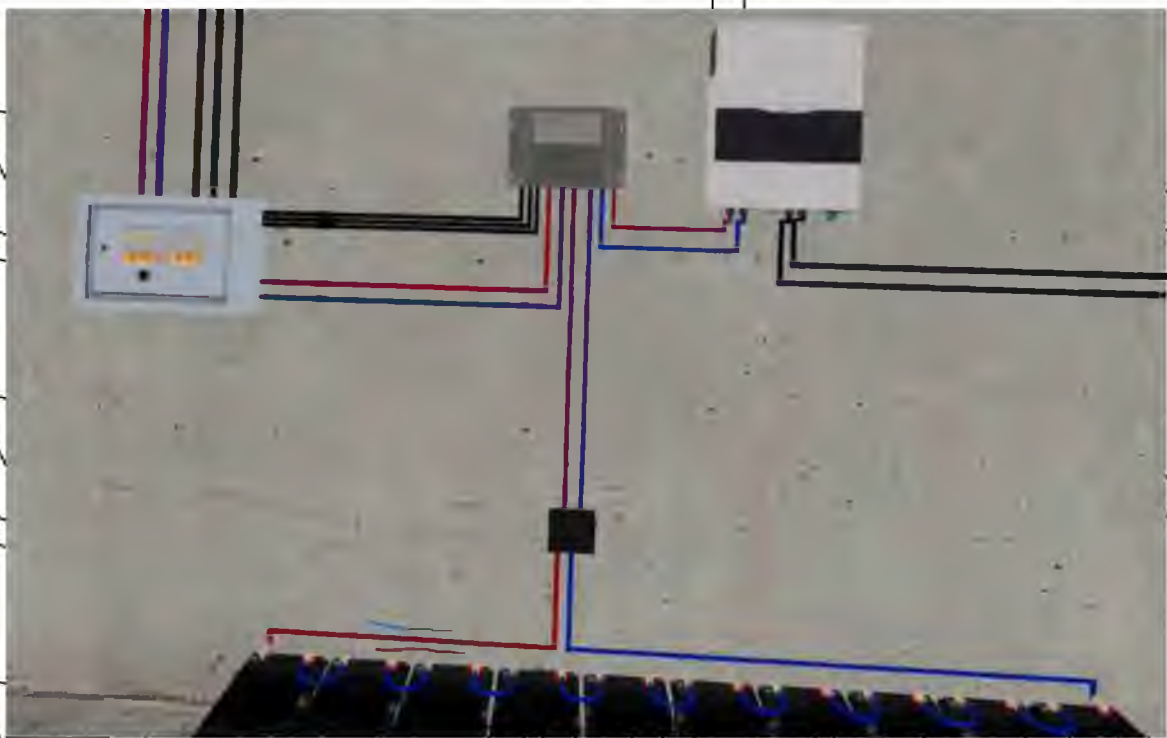


Рис. 3.28 – Схема автономної ГЕС на сонячних панелях та вітрогенераторі.

Після завершення виконання мотивації всіх схем ми переходимо до другого етапу роботи, суть якого полягає в тому щоб нагадати всі типи підключення що ми пройшли під час виконання лабораторної роботи.

Нам потрібно вибрати одну з дискет яка буде відповідати схемі зображеній на стіні. При виконанні другої частини схеми на стіні будуть мінятися, та щоразу нам потрібно знаходити ту дискету яка б відповідала за таку схему.

Виконання 6 пункту в планшети завершує лабораторну роботу (рис. 3.29).

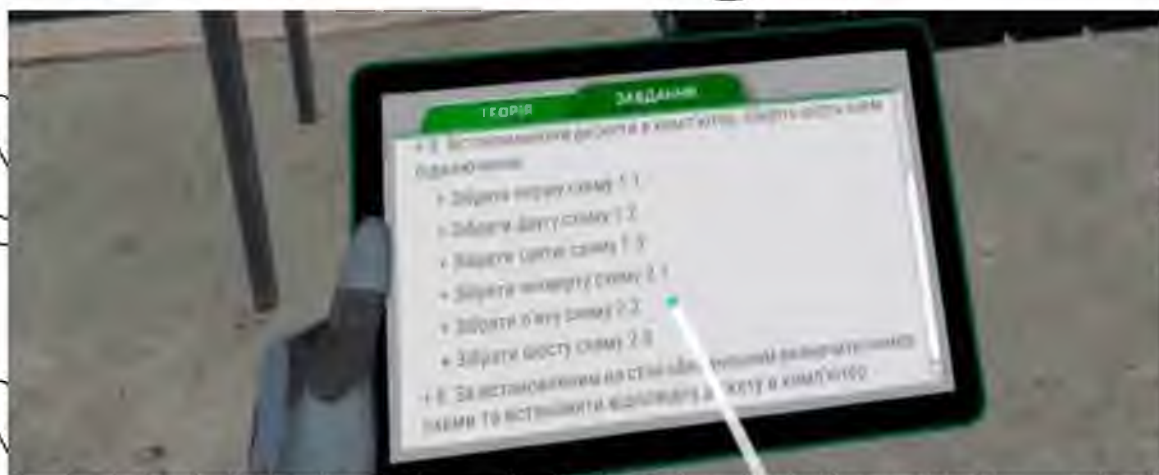


Рис. 3.29 – Підтвердження виконання лабораторної роботи з використанням VR-тренажеру.

### Огляд завершення процесу навчання з використанням VR-тренажеру.

Для завершення навчального процесу на VR-тренажері нам потрібно виконати певну послідовність дій як для власної безпеки так для безпеки самого тренажера, а саме:

- Вийти в меню та вимкнути VR-тренажер;
- Аккуратними рухами зігнути руки в ліктях та зняти контролери з страхувальних лямок що закріплені на зап'ястях.
- Аккуратно зняти гарнітуру Oculus Quest 2 з голови.

Виконуючи дані рекомендації ми безпечно та правильно завершуємо використання VR-тренажеру.

**Висновок**

VR-тренажери це майбутня основа навчального процесу завдяки якому всі хто бере участь у навчальному процесі зможуть перебуваючи в класі перенестись в серце виробництва, пустелю, або підвал для монтування ГСЕ.

Найважливішими аспектами для використання цієї технології є адаптивність для використання, адже один VR – тренажер може замінити десятки сценаріїв використання навчальних місць. Головною сучасною проблемою є недостатня кількість програм для використання у навчальних цілях.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 4.1 Дослідження параметрів вітрової електроустановки в програмному забезпеченні System Advisor Model.

Дане програмне забезпечення дозволяє за допомогою внутрішньої бази даних підібрати оптимальний варіант вітрової енергоустановки для певної місцевості. В даному випадку ми будемо підбирати 3 силові установки різного номіналу потужності (3, 5, 10 КВт) під певні параметри. Основними параметрами якими ми повинні користуватися при підборі є:

- Сила вітрового потоку в даній місцевості;
- Необхідна потужність;

Силу яку на яку ми можемо розраховувати потрібно визначати практичним способом адже на цей фактор можуть впливати рельєфи місцевості, промислові будівлі, сезон року та інші глобальні параметри. Тому дослідження виконують за допомогою спеціалізованих інструментів таких як анемометри або портативні метеостанції.

При вимірюванні на теоретичній ділянці та на висоті 18 метрів ми отримаємо наступні дані:

- Середня швидкість вітру 12 м/с;
- Максимальна швидкість вітру 33 м/с;
- Максимальний порив вітру 46 м/с.

За допомогою програмного забезпечення підбираємо необхідну вітрову енергоустановку приблизною генерованою потужністю 3 КВт при 12 м/с (рис. 4.1).

За такими параметрами нам підходить "Kestrel 3000 Watt 48 Volt DC Wind Turbine".

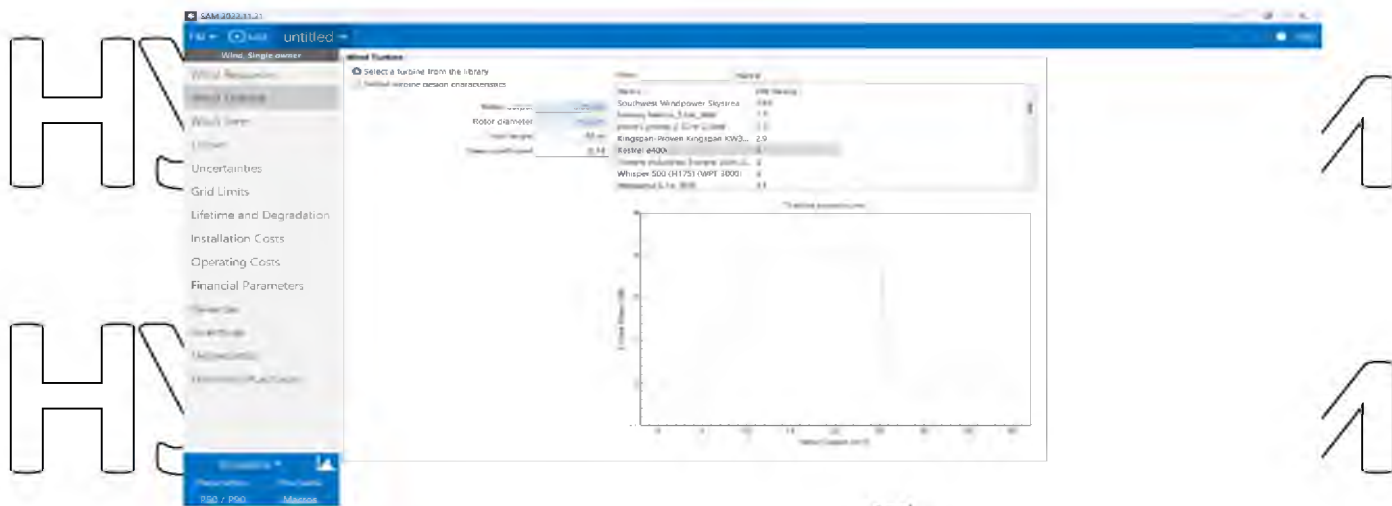


Рис. 4.1 – Характеристики ВЕС Kestrel 3KW.

Технічні характеристики та вигляд (рис. 4.2):

- Номінальна потужність: 3000 Вт
- Максимальна потужність: 3300 Вт при 13 м/с
- Номінальна швидкість вітру: 11 м/с
- Скорочення швидкості вітру: 2,8 м/с
- Діаметр ротора: 4м
- Кількість лез: 3
- Матеріал леза: скловолокно
- Верхня маса вежі: 150 кг
- Висота вежі: 12-15м
- Тип вежі: Тринога
- Захист від перевищення швидкості: контроль висоти
- Тип генератора: постійний магніт, без щітковий.
- Вихідна напруга: 48, 200 і 300 В постійного струму.



Рис. 4.2 – Зображення вітряка Kestrel.

Наступною в програмі System Advisor Model підбираємо необхідну вітрову енергоустановку приблизною генерованою потужністю 5 кВт при 12 м/с. Оптимальним рішенням, що підходить по параметрам, буде генератор Evance R9000 (рис. 4.3).

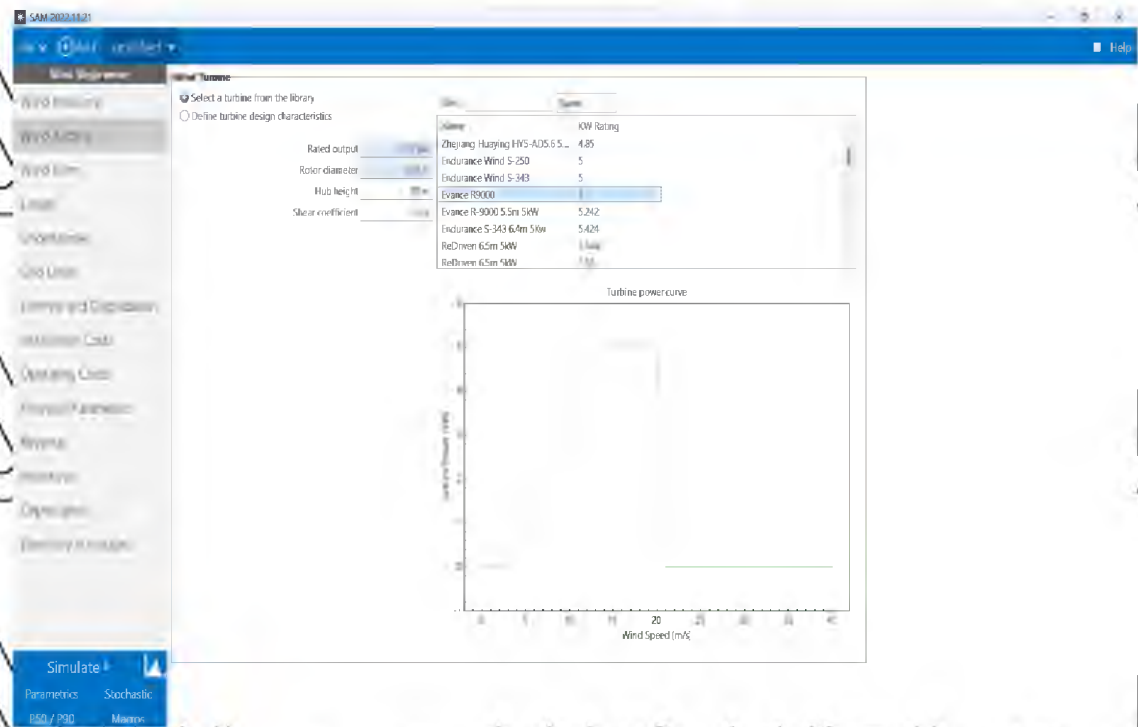


Рис. 4.3. – Характеристика ВЕС Evance R9000

Технічні характеристики:

- Номінальна потужність: 5000 Вт
- Максимальна потужність: 5200 Вт при 20 м/с
- Номінальна швидкість вітру: 12 м/с
- Скорочення швидкості вітру: 3 м/с
- Діаметр ротора: 5 м.;
- Кількість лез: 3
- Матеріал леза: скловолокно
- Верхня маса вежі: 325 кг
- Висота вежі: 10-18 м.
- Тип вежі: Тринога, пряма опора;
- Захист від перевищення швидкості, контроль висоти;
- Тип генератора: постійний магніт, без щітковий

Вихідна напруга: 220 постійного струму.

Також ми можемо переглянути графік генерації який вказує на потужність що генерується відносно швидкості вітру прикладеної на лопасті генератора (рис. 4.4).

Average Power vs. Wind Speed

Wind Speed (m/s)	Power (W)
2	0
3	14
4	210
5	576
6	1104
7	1783
8	2542
9	3349
10	4077
11	4628
12	4911
13	5066
14	5141
15	5142
16	5159
17	5217
18	5212
19	5242
20	5235

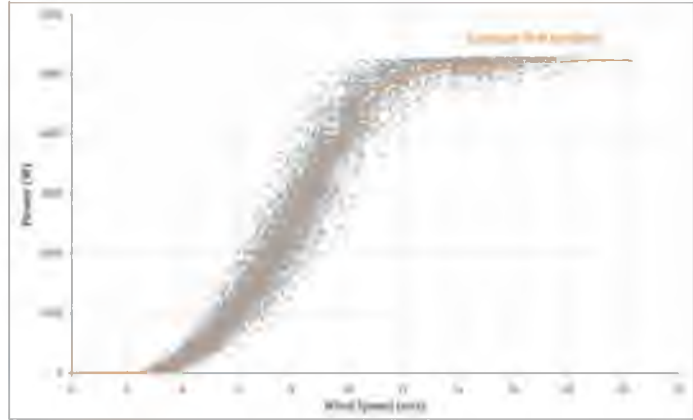


Рис. 4.4 – Схематичне зображення генерації електроенергії відносно швидкості вітру.

Останньою в програмі System Advisor Model підбираємо необхідну вітрову енергоустановку приблизною генерованою потужністю 10 КВт при середній швидкості вітру 12 м/с (рис. 4.5)

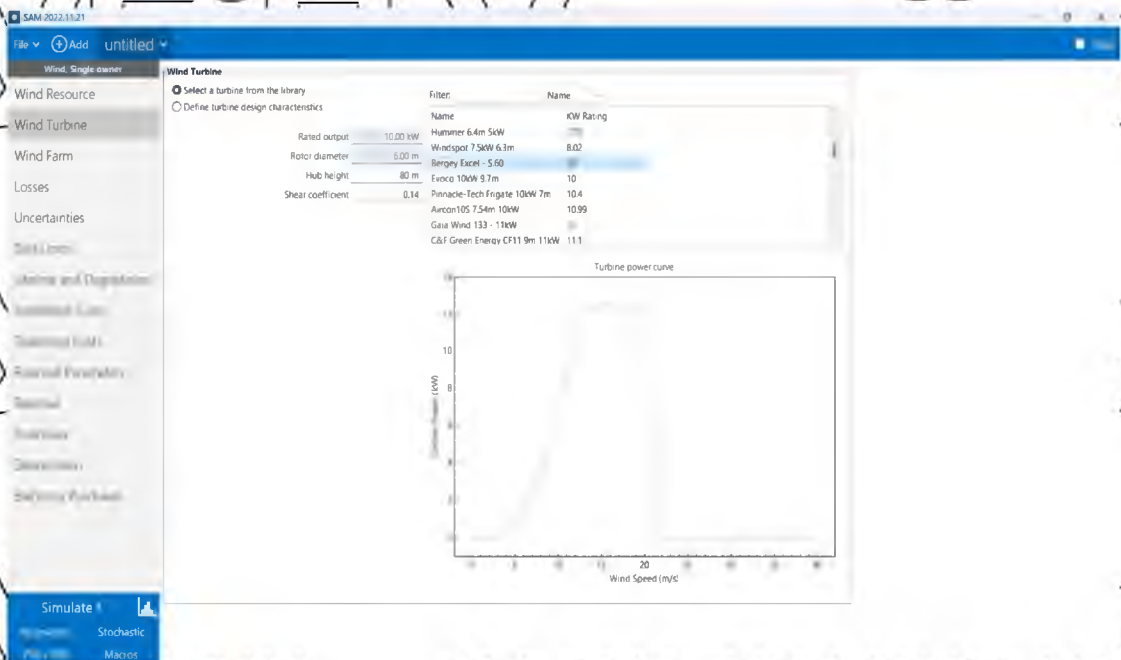


Рис. 4.5 – Характеристики ВЕС Bergey Excel.

Оптимальним рішенням, що підходить по параметрам буде генератор Bergey Excel потужністю 10 кВт.

Технічні характеристики:

- Номінальна потужність: 10000 Вт
- Максимальна потужність: 12600 Вт при 18 м/с

- Номінальна швидкість вітру: 12 м/с
- Скорочення швидкості вітру: 15,6 м/с
- Діаметр ротора: 7 м.;

- Кількість лез: 3

- Матеріал леза: скловолокно

- Верхня маса вежі: 545 кг

- Висота вежі: 18-45 м.

- Тип вежі: Тринога, пряма опора;
- Захист від перевищення швидкості: контроль висоти

- Тип генератора: Генератор змінного струму з постійним магнітом

- Вихідна напруга: 3 фази змінного струму 240 В.

Таким чином відбувається дослідження необхідної вітрової установки за допомогою програмного забезпечення System Advisor Model.

#### 4.2 Дослідження параметрів сонячної електроустановки в програмному забезпеченні System Advisor Model

Дана програма дозволяє нам розраховувати річне значення генерації електроенергії сонячною електростанцією та її параметри. Для початку роботи в програмному середовищі нам потрібно вибрати для якої мети будуть проводитися розрахунки.

Ми будемо проводити такі розрахунки для визначення ефективності станції в певному регіоні, послідовність дій наступна (рис. 4.6):

- Переходим в меню та створюємо новий проект;
- Виконуємо наступні маніпуляції «Photovoltaic PVWatts No-Financial Model».





Рис. 4.6 – Меню програми System Advisor Model.

Ми переходимо в проєкт нашої станції. На вкладці "Location and Resource" (рис. 4.7) потрібно вказати локацію встановлення СЕС. В графі "Download Weather Files" вмикаємо галочку "Advanced download" та переходимо за посиланням знизу для того щоб завантажити дані.

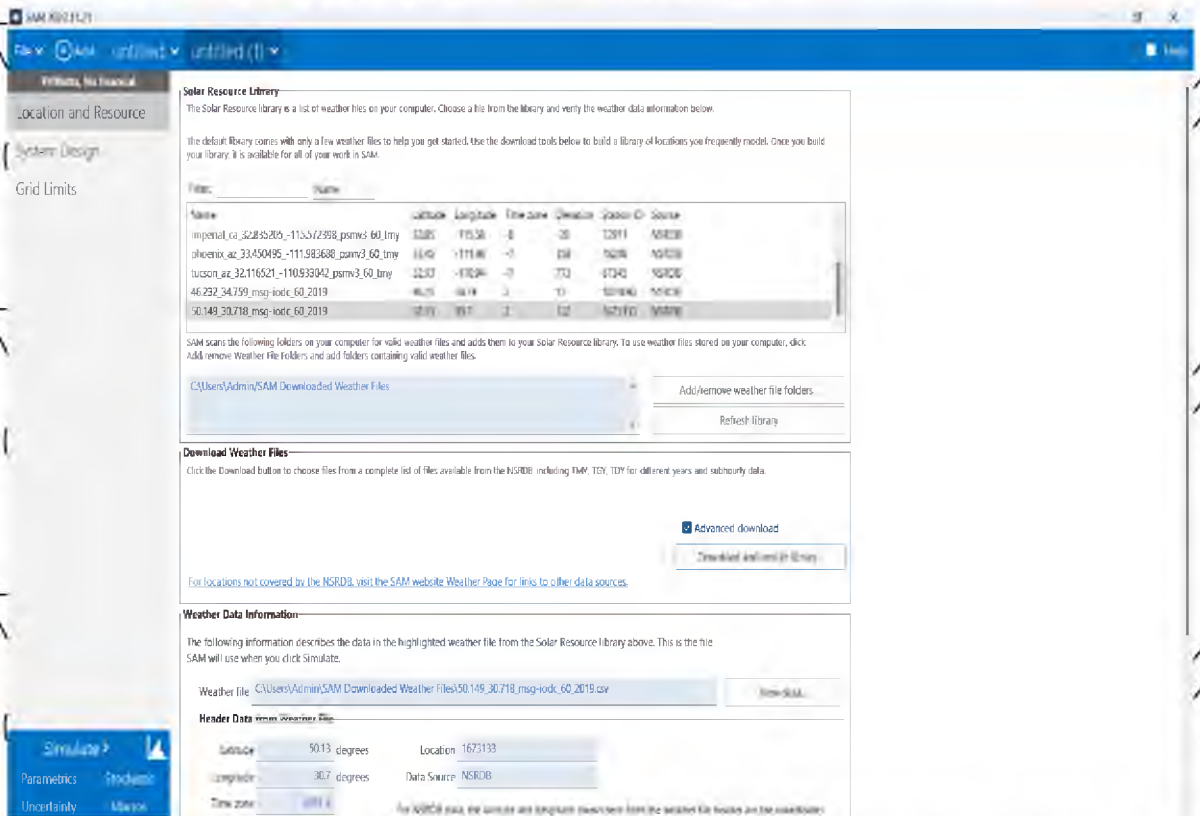


Рис. 4.7 – Зображення меню вибору локації для СЕС в програмі System Advisor Model.

НУБІП України

# НУБІП України

Перед нами відкривається вікно де в пункті 1 нам потрібно вказати координати (рис 4.8).

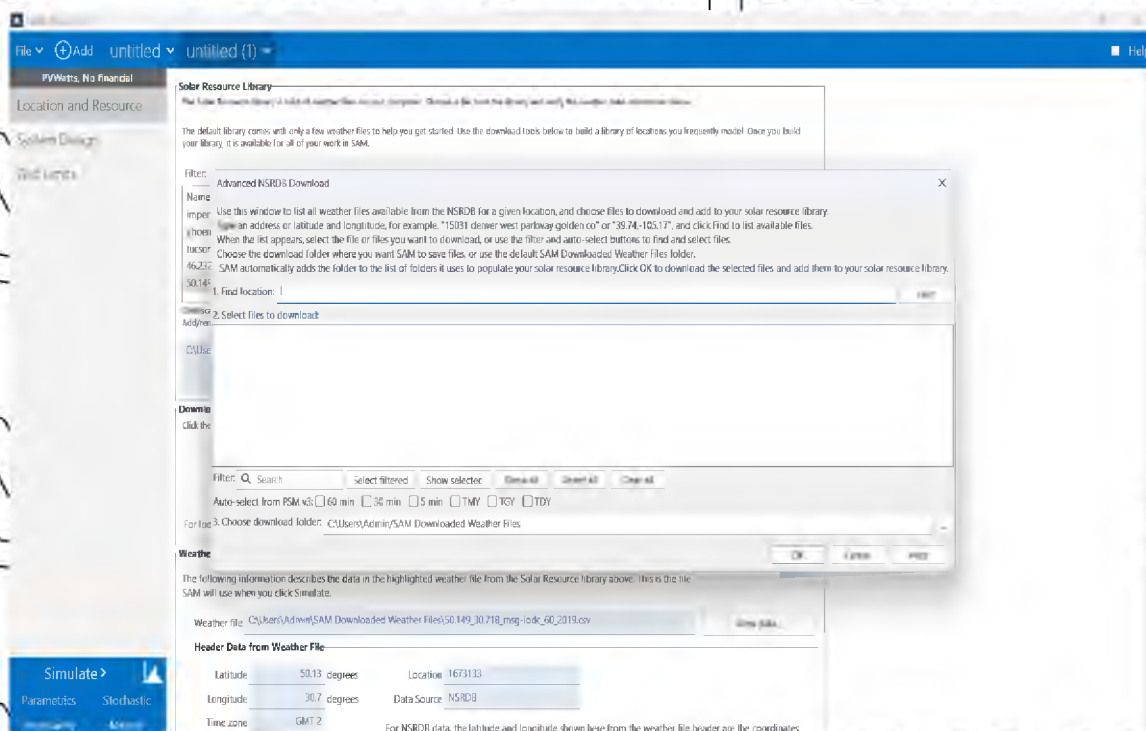


Рис. 4.8 – Зображення меню вибору координат в System Advisor Model

Для визначення координат ми використовуємо сайт наукового центру Європейського Союзу. Дана платформа має декілька ключових особливостей, а саме:

саме:

- Більший і відкритий доступ до потенціалу фотоелектричної (PV) генерації електроенергії для різних технологій і конфігурацій.
- API для потреб швидкого автоматизованого доступу.
- Карти сонячних ресурсів і фотоелектричного потенціалу за країнами чи регіонами в готових для друку файлах.

Використовуючи мапу знаходимо нашу локацію та визначаємо її координати. На рисунку нижче вибрані координати виділені синім кольором, нам залишається тільки їх скопіювати та перенести в програму System Advisor Model (рис. 4.9).

# НУБІП України

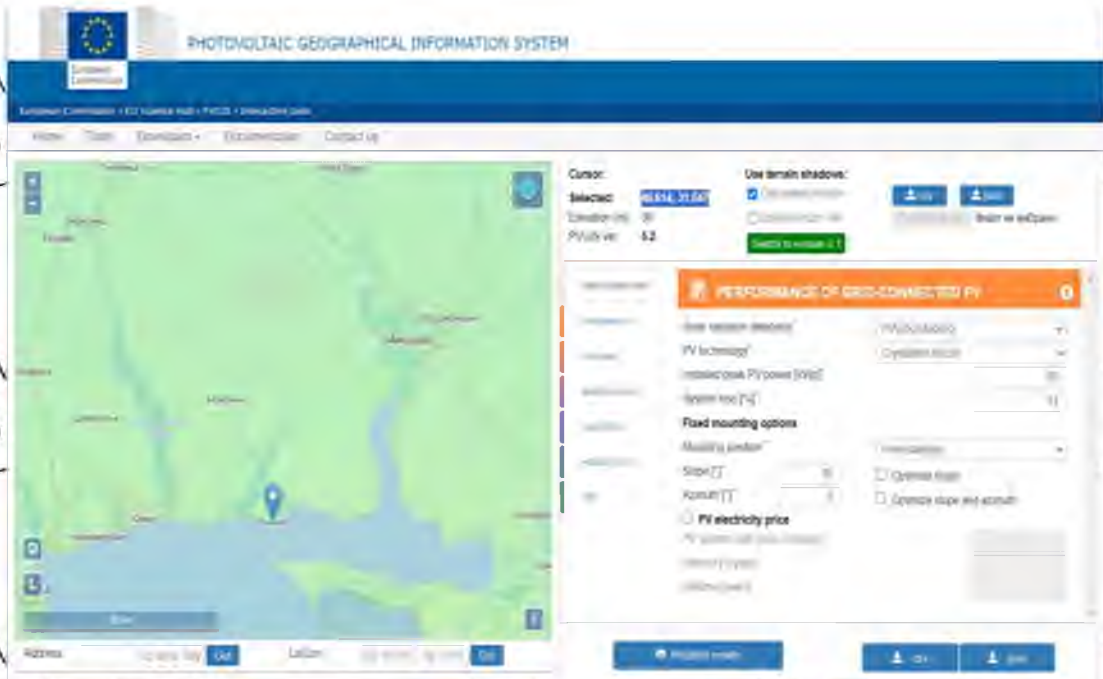


Рис 4.9 – Сайт ЄС для погодинних досліджень.

Вказавши координати вибираємо пошук та вибираємо найновіший файл що буде містити в собі дані про сонячну радіацію для даного місця.

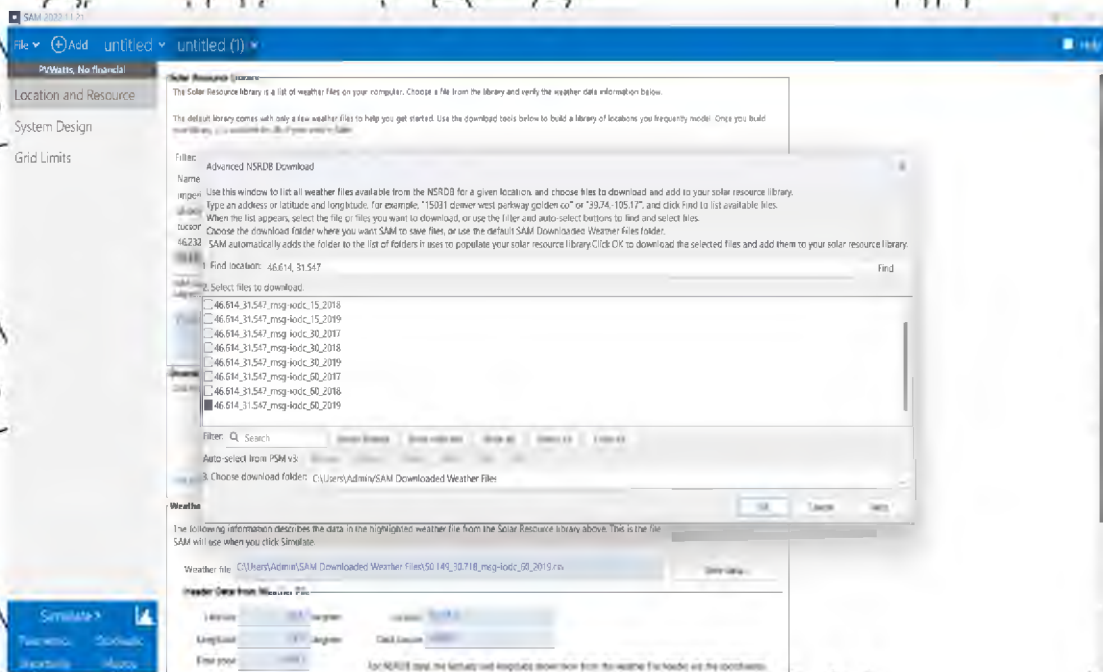


Рис. 4.10 – Меню вибору метеоданих за певний період.

Відбудеться процес завантаження даних після якого в меню будуть відображатися основні параметри такі як (рис. 4.11):

Висота та довгота;

Часовий пояс;

# НУБІП України

- Підйом точки над рівнем моря;
- Середній рівень сонячної радіації;
- Середня температура за рік;
- Середня швидкість вітру за рік;



Рис. 4.11 – Відображення загальних даних про місцевість.

# НУБІП України

Наступним нашим кроком буде перехід до вкладки "System Design". Дана вкладка складається з 3 основних частин, а саме:

- Параметри системи;
- Орієнтація відносно сонця та його відстеження;

# НУБІП України

Внутрішні втраги потужності системи.

В параметрах ми вказуємо необхідну потужність СЕС в 30 кВт, тип панелей що використовуються (стандартні панелі що використовуються для розрахунків мають максимальну потужність в  $190 \text{ Вт/м}^2$ ). Наступне це співвідношення між

потужністю панелей та потужністю інвертора, ми використовуємо інвертор потужністю 25 кВт тому  $30/25=1.2$ . Після цього програма вказує максимальну потужність яку може генерувати СЕС без врахування втрат, та вказує необхідну площу панелей що у нашому випадку становить  $157.895 \text{ м}^2$ .

# НУБІП України

Другий пункт це тип встановлення СЕС та кут її нахилу відносно горизонту (рис. 4.12). Тут можливо вибрати як будуть монтуватися панелі (одноосьовий трекер, двоосьовий трекер, на даху, на стаціонарній похилій площині).

В третьому пункті можемо використати стандартні коефіцієнти втрат для всіх компонентів СЕС, або записати свої.

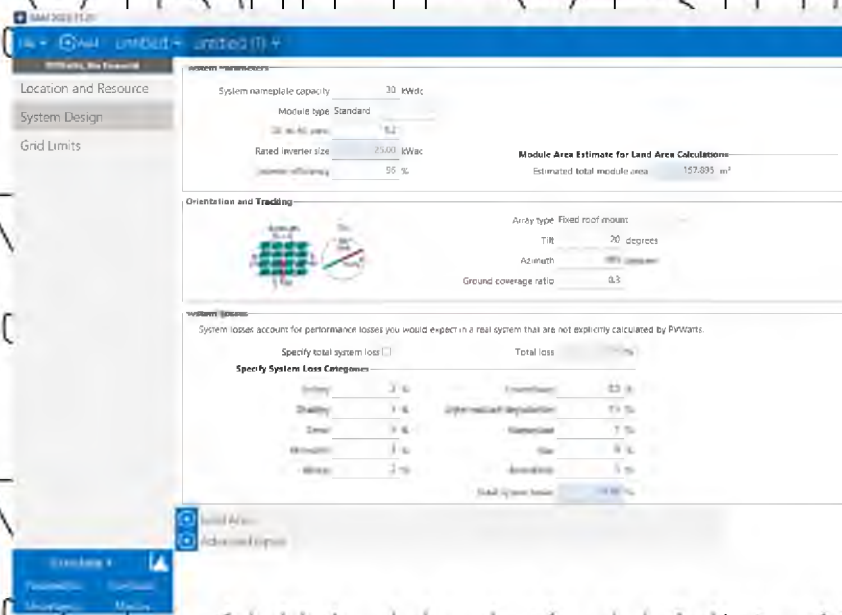


Рис. 4.12 – Меню параметрів СЕС.

Після введення всіх необхідних даних система System Advisor Model їх опрацює та дасть детальний звіт щодо використання СЕС в даній місцевості.

Сдним з основних буде графік генерації електроенергії впродовж року. Тут ми можемо оцінити в які періоди СЕС буде генерувати максимальну кількість енергії (рис 4.13), та періоди коли генерація СЕС є мінімальною що показує необхідність в додатковому джерелі електроенергії.

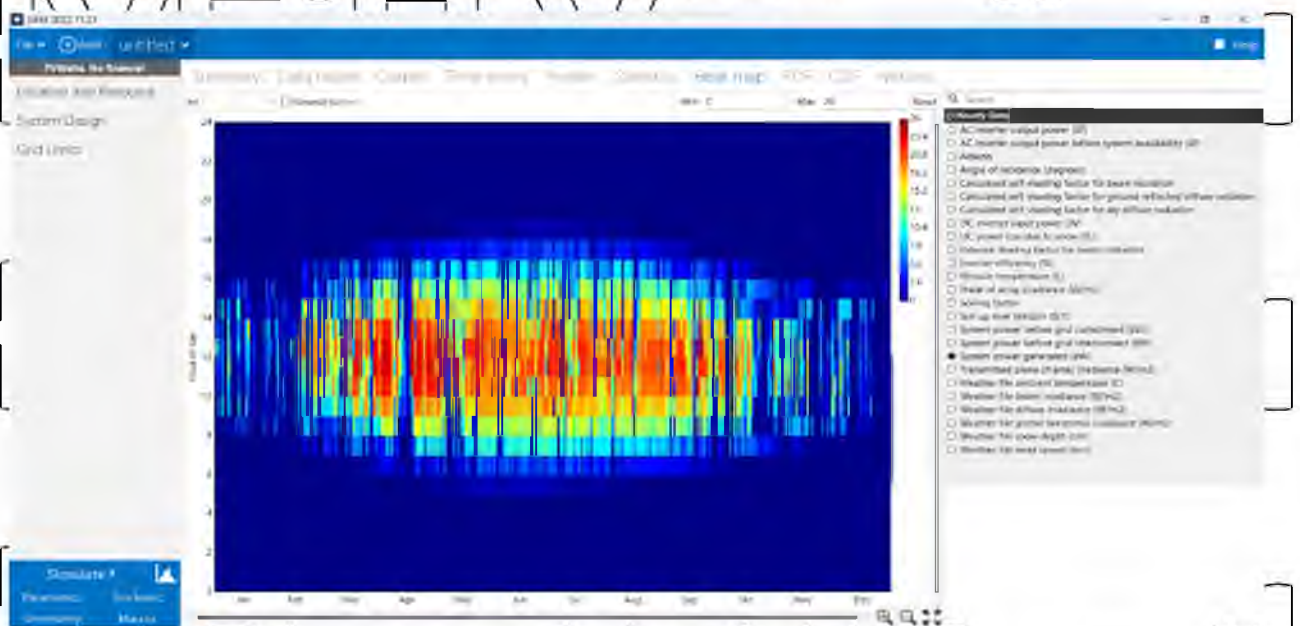


Рис. 4.13 – Графік генерації електроенергії сонячними панелями впродовж року.

В вкладці "Data tables" відображені показники згенерованої електроенергії впродовж року (рис. 4.14). Провівши аналіз ми визначим що зимою генерація коливається в межах 550-1180 кВт/год за місяць, а в літній період генерація збільшується до 4330-4600 кВт/год за місяць.

The screenshot shows the SAM software interface with the 'Data tables' tab selected. A table titled 'Monthly Data' is displayed, showing various metrics for each month from January to December. The table includes columns for AC output (kWh), DC output (kWh), Daily average solar irradiance (kWh/m2/day), Monthly energy (kWh), and Plane of array irradiance (kWh/m2).

	AC output (kWh)	DC output (kWh)	Daily average solar irradiance (kWh/m2/day)	Monthly energy (kWh)	Plane of array irradiance (kWh/m2)
Jan	660.976	716.745	0.83977	660.976	26.6529
Feb	1180.76	1257.23	1.69621	1180.76	47.494
Mar	3077.75	3235.24	4.06589	3077.75	126.043
Apr	3961.84	4155.67	5.56239	3961.84	166.502
May	4323.21	4537.35	6.07149	4323.21	183.216
Jun	4360.93	4578.84	6.5736	4360.93	197.206
Jul	4485.02	4711.22	6.48106	4485.02	200.513
Aug	4618.05	4841.43	6.63651	4618.05	205.794
Sep	3406.52	3576.43	4.90235	3406.62	142.1
Oct	1932.54	2044.14	2.63497	1932.54	81.684
Nov	574.196	1042.67	1.35003	574.196	42.5009
Dec	599.274	610.088	0.799698	599.274	23.5311

Рис. 4.14 – Таблиця генерації потужності впродовж року.

У висновку для SEC програмне забезпечення дозволяє збільшити кількість вхідних параметрів таких як:

- Тип та модель фотоелектричної панелі;
- Різні типи встановлення (1-осьові, 2-осьові);
- Розрахунок кошторису для встановлення;
- Розрахунок часу окупності SEC;
- Створення комерційної моделі продажу електроенергії;

### 4.3 Розробка методичних рекомендацій з використання System

Advisor Model для вибору гібридних систем електроживлення.

SAM - це програмне забезпечення, розроблене Національним дослідницьким енергетичним лабораторією Сполучених Штатів, призначене

для моделювання та аналізу гібридних систем електроживлення. Нижче наведено загальний план методичних рекомендацій з використання SAM для вибору гібридних систем:

Ознайомлення з SAM:

- Провести вступне навчання із знайомства з програмним забезпеченням SAM, його функціональністю та інтерфейсом.

- Дізнатися, як встановити та оновлювати програму.

Визначення цілей та вимог:

- Визначити специфікації та вимоги для гібридної системи, включаючи потужність, режими роботи, споживану енергію тощо.

- Визначити умови експлуатації, такі як кліматичні умови, витрати пального тощо.

Створення моделі системи:

- Розробити математичну модель гібридної системи в SAM, включаючи всі необхідні компоненти, такі як сонячні панелі, вітряні генератори, батареї, дизельні генератори тощо.

- Введення вхідних даних, таких як дані щодо кліматичних умов та ресурсів енергії.

Симуляція та аналіз:

- Запустити симуляції в SAM для різних умов та сценаріїв роботи системи.

- Аналізувати результати, включаючи виробництво енергії, витрати пального, вартість системи, споживану енергію та інші важливі параметри.

Оптимізація та вибір системи:

- Використовуючи результати аналізу, оптимізувати параметри системи для досягнення заданих цілей та вимог.

- Провести порівняльний аналіз різних сценаріїв та вибрати найбільш підходящий варіант.

Підготовка звіту та рекомендацій:

Підготувати звіт, в якому включити результати аналізу, оптимізації та рекомендації щодо гібридної системи електроживлення

Моніторинг та підтримка:

- Після вибору та впровадження системи, встановити моніторинг та підтримку для її функціонування.

Ці методичні рекомендації можуть бути корисні для ефективного використання System Advisor Model при проектуванні та виборі гібридних систем електроживлення для різних застосувань, включаючи сонячні електростанції, вітряні турбіни та інші джерела енергії.

#### **4.4 Висновок.**

Програмне забезпечення System Advisor Model що використовується для розрахунків має дуже великий потенціал та все таки і недоліки теж присутні.

До недоліків ми можемо віднести відсутність Української локалізації,

орієнтування при розрахунках на Американську валюту, відсутності напрямку в програмі створювати гібридні проекти. Та використання цього ПЗ дозволяє виконувати технічні та економічні розрахунки з набагато більшою продуктивністю ніж би ми робили це вручну.



## РОЗДІЛ 5 ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

### 5.1 Опис перехідних процесів у гібридних системах електроживлення.

Перехідні процеси у гібридних системах електроживлення виникають при зміні умов або режимів роботи таких систем і мають важливе значення для їхньої стабільності та надійності. Гібридні системи електроживлення поєднують різні джерела енергії, такі як сонячні панелі, вітряні генератори, батареї, дизельні генератори і мережеве живлення, для забезпечення неперервного живлення в умовах зміни умов довкілля та вимог споживачів.

Основні перехідні процеси в гібридних системах електроживлення включають такі аспекти:

- Зміна джерела живлення: Перехідні процеси виникають при вмиканні або вимиканні різних джерел живлення, наприклад, коли сонячна електростанція вмикається або вимикається, або коли батарея вмикається для забезпечення живлення.
- Регулювання потужності: Перехідні процеси виникають при зміні потужності, генерованої різними джерелами, якщо, наприклад, сонячна або вітряна потужність різко змінюється через зміну погодних умов або інших факторів.
- Збереження та розрядка батарей: Перехідні процеси виникають при збереженні і розрядці батарей, коли змінюється їхній рівень заряду. Це може впливати на стабільність системи.
- Зміна навантаження: Перехідні процеси виникають при зміні навантаження, коли споживачі підключаються або відключаються від системи.
- Регулювання напруги та частоти: Перехідні процеси виникають при регулюванні напруги та частоти в системі для забезпечення синхронізації з мережею або підтримки стабільності.

Ефективне управління перехідними процесами у гібридних системах електроживлення вимагає використання різних технологій і алгоритмів, таких

як керування потужністю, управління батареями, регуляція напруги і частоти. Метою цього управління є забезпечення стабільності системи, зменшення гармонік і спотворень, а також максимізація використання відновлюваних джерел енергії.

## 5.2 Огляд методів дослідження перехідних процесів у гібридних системах електроживлення.

Дослідження перехідних процесів у гібридних системах електроживлення є важливим завданням для забезпечення стабільності та надійності цих систем.

Для аналізу і моделювання таких процесів використовуються різні методи та інструменти. Ось огляд деяких з них:

- Моделювання на програмних платформах: Використання програмних платформ для моделювання динаміки гібридних систем. Наприклад, використання програмних пакетів, таких як MATLAB/Simulink, PSCAD, DigSILENT, для створення математичних моделей системи і моделювання перехідних процесів.
- Симуляція на базі комп'ютерів: Використовуються різні комп'ютерні програми для чисельного моделювання перехідних процесів у гібридних системах. Це дозволяє аналізувати вплив різних параметрів та умов на динаміку системи.
- Використання апаратури для вимірювань: Вимірювання реальних параметрів системи під час перехідних процесів за допомогою спеціалізованих приладів, таких як осцилографи, векторні аналізатори, аналізатори спектра тощо. Це дозволяє отримати експериментальні дані для подальшого аналізу.
- Аналітичні методи: Використання аналітичних методів для розв'язання диференціальних рівнянь, які описують динаміку системи. Ці методи можуть використовуватися для аналізу статичних та динамічних характеристик системи.
- Спеціалізовані моделі та програмне забезпечення: Використання спеціалізованих моделей та програмного забезпечення для аналізу

перехідних процесів в гібридних системах електроживлення. Ці моделі можуть враховувати різні аспекти системи, включаючи взаємодію різних джерел енергії, батарей, інверторів, та інше.

Дослідження перехідних процесів у гібридних системах електроживлення вимагає комбінації теоретичних підходів, моделювання, експериментів та вимірювань. Це дозволяє зрозуміти поведінку системи в різних умовах та вдосконалити її для досягнення більшої стабільності, надійності та ефективності.

### 5.3 Розгляд перехідного процесу у гібридній системі електроживлення

Перехідний процес у гібридній системі електроживлення – це часовий відрізок, під час якого система переходить від одного режиму роботи до іншого або від одних параметрів до інших. Такі процеси можуть виникати при зміні режимів живлення, збільшенні або зменшенні навантаження, перехід до використання різних джерел енергії тощо. Розглянемо загальний сценарій перехідного процесу в гібридній системі електроживлення:

- Початковий стан: Перед початком перехідного процесу система перебуває в певному стані. Наприклад, вона може житися від сонячних панелей та батареї, і навантаження може бути сталим. В цей момент параметри системи, такі як напруга, струм, потужність, стабільні.

- Зміни в умовах: Спричинено певні зміни в системі. Наприклад, може наступити зміна умов живлення, якщо сонце припиняє свою активність, і сонячні панелі не генерують достатньої потужності. У цей момент система повинна переключитися на інше джерело енергії, наприклад, батарею або дизельний генератор.

- Реакція системи: Система реагує на зміни умов, переходячи в новий режим роботи. У разі використання батареї система почне використовувати збережену енергію для живлення навантаження. Якщо вмикається дизельний генератор, то він почне генерувати струм для живлення.

- Стабілізація параметрів: Під час перехідного процесу параметри системи можуть змінюватися. Важливо, щоб система стабілізувалася в новому режимі, і параметри, такі як напруга та струм, стали сталі.

Завершення перехідного процесу: Перехідний процес завершується, коли система досягає сталого стану в новому режимі роботи. Це може зайняти кілька секунд або хвилин, в залежності від конкретних умов і системи.

Під час перехідного процесу важливо забезпечити стабільність та безпеку системи. Для цього використовуються регулятори, захисні пристрої, алгоритми управління та інші технічні засоби. Огляд та аналіз перехідних процесів

допомагає зрозуміти, як система реагує на зміни умов та як її можна оптимізувати для досягнення найкращих результатів в гібридних системах електроживлення.

#### 5.4 Висновок

Перехідні процеси у гібридних системах електроживлення є важливими аспектами для забезпечення стабільності, надійності та ефективності цих систем. Вони виникають при зміні умов живлення, навантаження, джерел енергії та інших параметрів системи. Дослідження та аналіз перехідних процесів в гібридних системах вимагають використання різних методів,

включаючи моделювання, симуляцію, експерименти та вимірювання.

Мета вивчення цих процесів полягає в тому, щоб розрозуміти, як система реагує на зміни умов та як її можна оптимізувати для забезпечення найкращої роботи. Ефективне управління перехідними процесами допомагає підтримувати стабільність системи, зменшувати гармоніки та спотворення, підвищувати ефективність та забезпечувати надійну роботу гібридних систем електроживлення.

Знання та розуміння перехідних процесів дозволяють інженерам та операторам гібридних систем ефективно керувати цими системами, забезпечуючи стабільність та надійність живлення, незалежно від змінних умов довкілля та потреб споживачів.

## РОЗДІЛ 6 РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ VR-ТРЕНАЖЕРІВ У НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

### 6.1 Розроблення заходів з охорони праці та безпечної експлуатації гібридних систем електроживлення.

Гібридні системи електроживлення (ГСЕ) - це системи, які використовують два або більше джерел енергії для забезпечення електроживлення. Вони можуть використовуватися для різних цілей, таких як забезпечення безперебійного електроживлення, зниження витрат на електроенергію або підвищення ефективності використання енергії.

Оскільки ГСЕ містять різноманітні електричні та механічні компоненти, важливо дотримуватися заходів безпеки для запобігання травм і збитків.

Заходи з охорони праці та безпечної експлуатації ГСЕ:

- Підготовка персоналу: Персонал, який працює з ГСЕ, повинен бути належним чином підготовлений до виконання своїх обов'язків. Це включає в себе навчання з техніки безпеки та безпечної експлуатації ГСЕ.
- Інструменти та обладнання: Інструменти та обладнання, які використовуються для обслуговування ГСЕ, повинні бути в хорошому стані і відповідати вимогам безпеки.
- Процедури: Для обслуговування ГСЕ повинні бути розроблені і задокументовані процедури безпеки.
- Технічне обслуговування: ГСЕ повинні регулярно обслуговуватися відповідно до інструкцій виробника.
- Попереджувальні знаки: На ГСЕ повинні бути встановлені попереджувальні знаки, що вказують на потенційні небезпеки.

Конкретні заходи безпеки:

- Дотримуйтесь інструкцій виробника: Перед використанням ГСЕ ознайомтеся з інструкціями виробника. Інструкція повинна містити інформацію про безпечну експлуатацію ГСЕ.

- Не використовуйте ГСЕ в небезпечних умовах: Не використовуйте ГСЕ в умовах, які можуть призвести до травм або пошкодження обладнання. Наприклад, не використовуйте ГСЕ в умовах пожежі або вибуху.

- Не використовуйте ГСЕ не за призначенням: Не використовуйте ГСЕ для цілей, для яких вона не призначена. Наприклад, не використовуйте ГСЕ для забезпечення електроживлення обладнання, яке не відповідає вимогам безпеки.

- Не допускайте дітей до ГСЕ: Не допускайте дітей до ГСЕ без нагляду.

Додаткові заходи безпеки:

Використовуйте засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): При роботі з ГСЕ завжди використовуйте ЗІЗ, такі як захисні окуляри, рукавички та взуття.

Не працюйте з ГСЕ, якщо ви втомлені або перебуваєте під впливом алкоголю.

Якщо ви виявили будь-які несправності в ГСЕ, негайно вимкніть її і зверніться до фахівця.

Дотримуючись цих заходів безпеки, ви можете допомогти запобігти травмам і збиткам при експлуатації ГСЕ.

## **6.2 Розроблення заходів з охорони праці та безпечного використання VR-тренажерів у навчальних лабораторіях**

Віртуальна реальність (VR) - це захоплююче і реалістичне досвід, але важливо дотримуватися певних заходів безпеки, щоб захистити себе від травм і неприємних наслідків. Ось деякі поради: Не користуйтеся VR окулярами, якщо

ви втомлені або відчуваєте себе погано. Це може призвести до нудоти, запаморочення і інших проблем зі здоров'ям. Не користуйтеся VR окулярами,

якщо ви перебуваєте в рухомому транспортному засобі або в іншій небезпечній обстановці. Ви можете не помітити оточуючого світу і отримати травму. Не

користуйтеся VR окулярами, якщо ви перебуваєте в темному приміщенні. Ви можете вдаритися об щось або впасти. Перед використанням VR окулярів

переконайтеся, що вони правильно встановлені. Окуляри не повинні бути занадто тугими або занадто вільними. Не носіть VR окуляри довше 30 хвилин за раз. Тривале використання може викликати втому очей і головного болю. Якщо

ви відчуваєте нудоту, запаморочення або інші неприємні симптоми, негайно припиніть використання VR окулярів.

Ось додаткові заходи безпеки, які слід враховувати:

- Не тримайте VR окуляри в безпосередній близькості від вогню або інших джерел тепла.
- Не дозволяйте дітям використовувати VR окуляри без нагляду.
- Регулярно чистіть VR окуляри м'якою тканиною, щоб видалити бруд і мікроорганізми.
- При дотриманні цих заходів безпеки ви можете насолоджуватися VR без ризику для здоров'я.
- Перед використанням VR окулярів ознайомтеся з інструкціями виробника.
- Використовуйте VR окуляри в добре освітленому приміщенні.
- Не вживайте алкоголь або інші речовини, які можуть впливати на ваші рефлекси, перед використанням VR окулярів.

Виконуючи ці поради, ви можете допомогти захистити себе від травм і неприємних наслідків при використанні VR окулярів.

### **6.3 Висновок.**

Створення заходів безпеки це завжди чужий досвід, тому що кожне прописане правило або порада колись була на комусь перевірена. Варто використовувати чужий досвід та розуміти що при роботі навіть у віртуальному середовищі користувач може поранити як себе так і оточуючих.

VR окуляри як і будь яка новітня технологія впливає як на людину так і на внутрішні біологічні процеси які відбуваються в свідомості та організмі людини. Тому для якісного досвіду використання варто дотримуватись правил та не створювати нових правил.

## ВИСНОВКИ

Дана магістерська кваліфікаційна робота створена для дослідження, моделювання та проектування гібридних електростанцій за допомогою сучасних технологій та використання даних методів в підготовці студентів та збільшення їхніх практичних та теоретичних навичок.

Створення нових типів електроустановок та електромереж вимагає від майбутніх спеціалістів більших знань та практичних навичок з обслуговування та монтажу. Покращення підходів до навчання та використання отриманих знань за допомогою віртуальних технологій дозволить якісніше підводити підсумки проведеної роботи, а також проводити глибинний аналіз допущених помилок.

1. Гібридні системи електроживлення що розробляються та монтуються під певні потреби об'єкту виступають чудовим рішенням для збільшення енергонезалежності, та підтримання необхідного рівня потужності під час кризових ситуацій. Застосування гібридних систем електроживлення дозволяє знизити споживання потужності з мережі тим самим знижуючи кількість викидів у навколишнє середовище.

2. Аналізуючи доступні рішення на ринку VR технологій ми можемо побачити передом тенденції використання даної технології. З попередньо розважального контенту все більше освітнього та вузько спеціалізованого. Збільшення використання VR пристроїв обумовлене набагато нищою точкою входження ніж з класичними навчальними стендами, більшою уніфікацією під різні вузькоспеціалізовані галузі.

3. Використання програмного забезпечення на ранніх етапах проектування гібридних електроустановок дозволяє розрахувати доцільність встановлення та можливі альтернативи за допомогою сучасних методів реєстрації метаданих та їх обробки.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Oculus Quest 2. Огляд та висновки віртуальної гарнітури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ispot.com.ua/blog/Oculus-Quest-2>
2. Evance R9000 Advanced Small Wind Turbine [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.asipower.com/images/stories/AsipowerDocuments/EvanceR9000Flyer.pdf>
3. Kestrel 3000 Watt 48 Volt DC Wind Turbine [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ecodirect.com/Kestrel-e400i3000W-48VDC-Hybrid-Wind-Turbine-p/kestrel-e400-48v.htm>
4. System Advisor Model (SAM) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sam.nrel.gov/solar-water-heating.html>
5. Характеристики вітрогенератора Bergey [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bergey.com/products/off-grid-turbines/excel-10-off-grid/>
6. System Advisor Model (SAM) Introduction and Demonstration (інструкція з використання програмного забезпечення) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.youtube.com/watch?v=v1uZieGrXz4&ab\\_channel=NRELLearning](https://www.youtube.com/watch?v=v1uZieGrXz4&ab_channel=NRELLearning)
7. PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)
8. Енергобезпека приватного будинку: схеми електропостачання від альтернативних джерел електроенергії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kampovtech.com/projects?current=education>