

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

УДК \_\_\_\_\_

**ПОГОДЖЕНО**  
Директор Інституту енергетики,  
автоматики і  
енергозбереження

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
В.о. завідувача кафедри  
інженерії енергосистем

\_\_\_\_\_  
/Каплун В.В./

(підпис)

\_\_\_\_\_  
/Антипов Є.О./

(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: «Проектні рішення модернізації сонячної електростанції в м. Жовті Води  
Дніпропетровської обл.»

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., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.

(підпис)

(ПІБ)

**Керівник**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Петренко А.В.

(підпис)

(ПІБ)

**Виконав**

Берковський А.В.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2023

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри  
інженерії енергосистем

К.Т.Н. доцент

Антипов Є.О.

(ступінь, звання) (підпис)

(ПІБ)

2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Берковському Андрію Віталійовичу

(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 «Проектні рішення модернізації сонячної електростанції в м. Жовті Води Дніпропетровської обл.» затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від 06.03.2023 р. № 324 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 31 жовтня 2023 р.  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи технічна документація сонячної електростанції, державні стандарти України, правила улаштування електроустановок, каталоги обладнання

Перелік питань, що підлягають дослідженню: Аналіз дійсного стану сонячної електростанції в м. Жовті води дніпропетровської області. Розробка проектних рішень модернізації сонячної електростанції в м. Жовті води. Розрахунок електротехнічного обладнання для модернізації сонячної електростанції в м. Жовті води. Аналіз результатів ефективності роботи сонячної електростанції до модернізації і після. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень модернізації сонячної електростанції. Заходи з охорони праці та техніки безпеки.

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

Дата видачі завдання 28 Червня 2023р.

Керівник магістерської роботи

Петренко А.В.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Берковський А.В.

(підпис)

(ПІБ)

## РЕФЕРАТ

Метою магістерської роботи є модернізація сонячної електростанції в м. Жовті Води Дніпропетровської області шляхом розробки проектних рішень.

м.

Об'єктом дослідження є сонячна електростанція в м. Жовті Води Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є електротехнічні проектні рішення з модернізації сонячної електростанції.

Опис: 55 сторінок, 7 таблиц, 16 ссылок, 6 графіків, 4 люстрації, 1 схема.

Магістерський проєкт передбачає модернізація наземної сонячної електростанції потужністю 11,4 МВт для створення промислової електростанції, яка буде перетворювати сонячну енергію для вироблення електроенергії. У роботі була піднята

тема про модернізацію та виявлення проблеми вже існуючій ФЕС, була виявлена мета

та шлях вирішення проблеми. В розділі 1 ми розглядали вже існуючу станцію, її

структуру та постанову, виявляли її проблему та шукали альтернативний шлях рішення проблеми. В розділі 2 ми розраховували які потрібні будуть матеріали та як їх

будемо використовувати, чи підходять матеріали що в нас були раніше. В розділі 3 ми

ведемо вже сам розрахунок сонячної панелі яка альтернативно підходить для нашої

мети роботи також розраховуємо сам інвертор який також підходить для нашої мети

магістерської праці. В розділі 4 ми робили саме порівняння старого та оновленого

обладнання та чи відповідає вона нашим обладнанням. В розділі 5 ми вели технічно-

економічні розрахунки для визначення економічно вигідного рішення наших

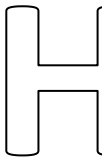
поставлених проблем та розуміння чого та скільки нам потрібно для цього. В розділі 6

ми проводили загально та обов'язкову операцію як охорону праці та роботу з ел.

обладнанням. Також йде висновок роботи та список використаної літератури.

Ключові слова: сонячна електростанція, модернізація, проектні рішення

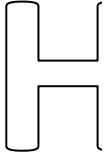
## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ



АВ - автоматичний вимикач

КЗ - коротке замикання

КЛ - кабельна лінія

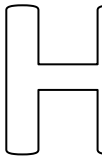


ЛЕП - лінія електропередачі

ПУЕ - Правила улаштування електроустановок

РП - розподільний пристрій

СВ - струмова відсічка

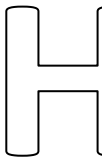


ТП - трансформаторна підстанція

ПС - потужність сонячної батареї.

Інв - інвертор.

АСЕ - Автономні сонячні електростанції



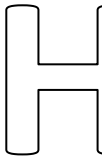
ФЕС - фотоелектрична станція.

СП - сонячна панель.

МР - модуль роз'єднання.

КТП - комплект трансформаторної підстанції.

МПТ - максимальна потужність точки.

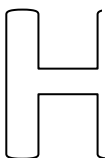


КР - контролер заряду.

ДПТ - добова потужність точки.

ІТ - інверторна техніка.

ПМ - пасивний модуль.



ПСІ - параметри системи інвертора.

ЗП - захист панелей.



# НУБІП України

# НУБІП України

Вступ.....

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЙНОГО СТАНУ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В М. ЖОВТІ ВОДИ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... 11

1.1 Аналіз дійсного стану сонячної електростанції в м. Жовті води дніпропетровської області..... 11

1.2 Визначення технічних проблем в експлуатації сонячної електростанції..... 12

1.3 Аналіз способів модернізації сонячної електростанції..... 12

1.4 Обґрунтування вибраного способу модернізації сонячної електростанції..... 13

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ МОДЕРНІЗАЦІЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В М. ЖОВТІ ВОДИ..... 14

2.1 Розрахунок потреби в електроенергії..... 14

2.2. Розрахунок кабельних ліній 6 кВ ..... 16

2.3. Розрахунок кабельних ліній 0,4 кВ ..... 19

Висновок розділу 2..... 22

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В М. ЖОВТІ ВОДИ..... 23

3.1. Розрахунок та вибір сонячних панелей ..... 23

3.2. Обґрунтування вибору інверторів..... 25

Висновок розділу 3..... 25

РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ І ПІСЛЯ..... 26

4.1 Основні принципи побудови автономних сонячних батареї електростанції..... 27

електростанції..... 27

4.2 Зрівняння фотоелектричних панелей.....	30
4.3 Зрівняння інверторів.....	34
Висновок розділу 4.....	37

РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ  
РІШЕНЬ МОДЕРИЗАЦІЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ..... 38

5.1. Обґрунтування тривалості будівництва.....	38
5.2 Обґрунтування потреби в основних будівельних машинах, механізмах, транспортних засобах .....	39

5.3 потреби в будівельних кадрах .....	40
Висновок розділу 5.....	40

РОЗДІЛ 6 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ..... 42

6.1 Загальні положення з охорони праці на електростанції .....	42
6.2 Захист людей від ураження електричним струмом.....	45
6.3 Розрахунок та улаштування контуру заземлення сонячної електростанції в м. жовті води.....	48

6.4 Охорона праці та пожежна безпека на будівельному майданчику.....	48
Висновок.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53

НУБІП України

НУБІП України

## Вступ

В світі все надалі стає більш гострим питанням екології та вичерпання ресурсів, людство і надалі старастся знайти альтернативні джерела енергії, але не можна забувати про модернізацію старих варіантів її здобичі, наприклад модернізація ФЕС яка функціонує вже давно, але для більшої віддачі можливо модернізувати та вивести її на новий рівень. Виробництво електроенергії з використанням електростанцій на сонячних елементах знайшло широке застосування в сучасному світі, а обсяги використання сонячних батареї продовжують швидко рости. Цему сприяють інші фактори, перш за все, активне впровадження альтернативних (відновлюваних) джерел енергії. У наш час ці джерела набувають все більшу актуальність у зв'язку з підвищеною увагою до принципу стійкості. Одним з основних переваг сонячних електростанцій є повна відсутність компонентів, що не тільки підвищує їх надійність, але і забезпечує практично необмежений термін служби. Електростанції, що працюють на сонячних елементах, постійно здійснюють модернізацію, яка здагна підвищити їх ефективність і продуктивність. З утворенням обсягів виробництва тонкої модулів по всьому світу ми спостерігаємо вражаючий ріст у сфері виробництва сонячної електроенергії. На даний момент сумарна потужність сонячних електростанцій досягає 70 ГВт і продовжує швидко показуватися. Цей динамічний ріст забезпечує розвиток сонячної енергетики в енергетичному ландшафті світу. У західних країнах високі темпи розвитку сонячної енергетики говорять про те, що в найближчому майбутньому вона стане одним із ключових джерел електроенергії. Ця тенденція свідчить про перспективність сонячної енергетики і її потенціал стане частиною енергетичної системи майбутнього. \*

Основні відомості про автономні сонячні електростанції Сонячні електростанції поділяються на автономні та комбіновані. Автономні сонячні електростанції (АСЕ) застосовуються в регіонах, де немає доступу до загального джерела енергії або де занадто дорого. Вони також підходять для застосування в електропостачання дач, котеджів, шкіл, ліцеїв, обладнання будинків, офісів, сотових систем, вуличного освітлення, освітлення рекламних щитів, систем

охорони та ін. Для живлення цих споживачів використовується постійна напруга (24, 48, 110 і 220 В), так і змінна напруга (110 і 220 В). Сонячне освітлення, що падає на Землю, зменшує низьковуглецевий потік енергії, денну і сезонну циклічність, а також залежність від погодних умов. У зв'язку з цим АСЄ має бути акумуляторний джерело, щоб компенсувати більші коливання вихідної напруги та підвищити надійність електропостачання. Акумулятори для АСЄ, що підходять до відповідного пристрою, аналогічні автомобільним акумуляторам з напругою 12 В і відповідають тим же вимогам по експлуатації та техніці безпеки.

Набір акумуляторів розширює сферу застосування АСЄ, але одночасно вимагає додаткового технічного обладнання та обслуговування. Для зарядки акумуляторів сонячних електростанцій використовуються зарядні пристрої та контролери зарядного пристрою (з встановленим ідентифікатором точки рівня потужності). Такі контролери, при наявності достатнього освітлення, не

приводять до подачі енергії від сонячних батареї на акумуляторах, а при недостатній стійкості накопичують енергію і поступово перетворюють її на акумулятор з постійними значеннями струму і напруги. Крім того, контролер зарядки перезаряджати акумулятор, одночасно відключає сонячну батарею (СБ) від акумулятора, регулює ступінь зарядки акумуляторів і, таким чином, продовжує термін їх служби. Протягом дня сонячні батареї (СБ) заряджають акумулятори і відводять харчування споживачам. В нічний час накопичена енергія в акумуляторній батареї (АБ) використовується для живлення. Це дозволяє виробляти, накопичувати і зберігати електроенергію, що робить сонячну електростанцію надійною для виробництва електроенергії в будь-який час, незалежно від погодних умов і часу суток. Для додаткового підвищення надійності автономних сонячних електростанцій (АСЄ) часто використовується кілька джерел електроенергії. Крім фотоелектричних систем, можна зберігати дизель-генератори, вітряні генератори, невеликі гідрогенератори або будь-які інші додаткові джерела електроенергії. Це дозволяє компенсувати недолік сонячної енергії в умовах недостатньої потужності для зарядки акумуляторних батарей і електропостачання споживачів. Гібридні системи відмінно підходять

приводять до подачі енергії від сонячних батареї на акумуляторах, а при недостатній стійкості накопичують енергію і поступово перетворюють її на акумулятор з постійними значеннями струму і напруги. Крім того, контролер зарядки перезаряджати акумулятор, одночасно відключає сонячну батарею (СБ) від акумулятора, регулює ступінь зарядки акумуляторів і, таким чином, продовжує термін їх служби. Протягом дня сонячні батареї (СБ) заряджають акумулятори і відводять харчування споживачам. В нічний час накопичена енергія в акумуляторній батареї (АБ) використовується для живлення. Це дозволяє виробляти, накопичувати і зберігати електроенергію, що робить сонячну електростанцію надійною для виробництва електроенергії в будь-який час, незалежно від погодних умов і часу суток. Для додаткового підвищення надійності автономних сонячних електростанцій (АСЄ) часто використовується кілька джерел електроенергії. Крім фотоелектричних систем, можна зберігати дизель-генератори, вітряні генератори, невеликі гідрогенератори або будь-які інші додаткові джерела електроенергії. Це дозволяє компенсувати недолік сонячної енергії в умовах недостатньої потужності для зарядки акумуляторних батарей і електропостачання споживачів. Гібридні системи відмінно підходять

приводять до подачі енергії від сонячних батареї на акумуляторах, а при недостатній стійкості накопичують енергію і поступово перетворюють її на акумулятор з постійними значеннями струму і напруги. Крім того, контролер зарядки перезаряджати акумулятор, одночасно відключає сонячну батарею (СБ) від акумулятора, регулює ступінь зарядки акумуляторів і, таким чином, продовжує термін їх служби. Протягом дня сонячні батареї (СБ) заряджають акумулятори і відводять харчування споживачам. В нічний час накопичена енергія в акумуляторній батареї (АБ) використовується для живлення. Це дозволяє виробляти, накопичувати і зберігати електроенергію, що робить сонячну електростанцію надійною для виробництва електроенергії в будь-який час, незалежно від погодних умов і часу суток. Для додаткового підвищення надійності автономних сонячних електростанцій (АСЄ) часто використовується кілька джерел електроенергії. Крім фотоелектричних систем, можна зберігати дизель-генератори, вітряні генератори, невеликі гідрогенератори або будь-які інші додаткові джерела електроенергії. Це дозволяє компенсувати недолік сонячної енергії в умовах недостатньої потужності для зарядки акумуляторних батарей і електропостачання споживачів. Гібридні системи відмінно підходять

приводять до подачі енергії від сонячних батареї на акумуляторах, а при недостатній стійкості накопичують енергію і поступово перетворюють її на акумулятор з постійними значеннями струму і напруги. Крім того, контролер зарядки перезаряджати акумулятор, одночасно відключає сонячну батарею (СБ) від акумулятора, регулює ступінь зарядки акумуляторів і, таким чином, продовжує термін їх служби. Протягом дня сонячні батареї (СБ) заряджають акумулятори і відводять харчування споживачам. В нічний час накопичена енергія в акумуляторній батареї (АБ) використовується для живлення. Це дозволяє виробляти, накопичувати і зберігати електроенергію, що робить сонячну електростанцію надійною для виробництва електроенергії в будь-який час, незалежно від погодних умов і часу суток. Для додаткового підвищення надійності автономних сонячних електростанцій (АСЄ) часто використовується кілька джерел електроенергії. Крім фотоелектричних систем, можна зберігати дизель-генератори, вітряні генератори, невеликі гідрогенератори або будь-які інші додаткові джерела електроенергії. Це дозволяє компенсувати недолік сонячної енергії в умовах недостатньої потужності для зарядки акумуляторних батарей і електропостачання споживачів. Гібридні системи відмінно підходять



для застосування в важкодоступних регіонах, таких як станції зв'язку, військові споруди, сільські поселення і т.д. В автономних сонячних електростанціях (АСЕ) фіксовані сонячні модулі встановлюються неперервними паралельними рядами. Однак, якщо відстань між вертикальними рядами модулів недостатньо,

може виникнути взаємне затягування. Затемнення призводить до зменшення освітленої площі світлосприймаючої модуляції поверхні та зменшення змін електроенергії. Велика відстань між рядом сонячних модулів може призвести до неоправданого збільшення необхідної площі землі під електростанцію. У

розроблених методиках, описаних у роботах, запропоновані підходи для

урахування затяжки продуктивності сонячних електростанцій та оптимізації розташування між рядами модулів. Оптимізація розташування модулів визначається з урахуванням відносних річних втрат виробленої енергії із-за

нагрівання, і вибрані параметри розміщення модулів в інтервалі кута їх нахилу

від 20 до 35 градусів. З розгляду тексту видно, що вихідна напруга сонячних

батареї (СБ) значно збільшує навантаження на напругу і акумуляторних батарей.

Діапазон носіїв зміни напруги живлення споживачів досить великий, вище 9. У

таких умовах для ефективного перетворення постійної напруги в постійний

режим в автономних сонячних електростанціях (АСЕ) рекомендується

використовувати імпульсні перетворювач постійної напруги (ІПН), включаючи

як знижуючі, так і підвищуючі фактори. Це створює значну складність у схемі

управління сонячною електростанцією. Питання, пов'язані з фізичними

аспектами, недостатніми можливостями доступу до адаптера, тому розробка

алгоритму управління АСЕ.

Мета магістерської роботи – покращення ефективності та генераційних

можливостей фотоелектричної станції (ФЕС), щоб зробити її більш економічною

та продуктивною, порівняно з її попереднім станом.

Об'єкт дослідження – систем ФЕС та її модернізація

Предмет дослідження – ФЕС після модернізації її самої

Для реалізації мети необхідно:

НУБІП України

Аналіз існуючій ФЕС

Знайти удосконаленні частини ФЕС

- Розрахунок заміни модулів

- Розрахунок заміни інверторів

НУБІП України

- Розрахунок економічних витрат

- Порівняння старої та нової ФЕС

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЙНОГО СТАНУ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В М.  
ЖОВТІ ВОДИ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз дійсного стану сонячної електростанції в м. Жовті води  
дніпропетровської області

Цим дипломним проектом передбачається реалізація будівництва сонячної наземної електростанції із загальною потужністю 11,4 МВт, розташованої за адресою вул. Об'їзна, 5в м. Жовті Води Дніпропетровської області. Основною метою проекту є надання додаткової потужності в електроенергетичну систему України.

До складу даного об'єкту входять наступні споруди, будівлі і системи:

- Основне електроенергетичне обладнання: монокристалічні сонячні модулі моделі монокристалічна сонячна панель JA SOLAR JAM60S01-300/PR потужністю 300 Вт в кількості – 38000 штуки;  
Електричні інвертори моделі Ingeson SUN 3Play 100TL потужністю 100 кВт виробництва компанії «Ingeteam», Іспанія, в кількості - 114 штуки;
- Внутрішньо майданчикові мережі постійного струму напругою до 1,0 кВ і змінного струму напругою до 0,4 кВ;
- Кабельні лінії напругою 0,4 кВ та 6 кВ;
- Несучі конструкції фотоелектричних модулів – 692 штук;
- Комплектна трансформаторна підстанція 6/0,4 кВ потужністю 1000 кВА – 11 шт.;
- Адміністративно-побутовий корпус - 1 шт.
- Контрольно-пропускний пункт – 2 шт.;

Кліматичні умови в районі проходження траси

- район по ожеледі - III;
- нормативна товщина стінки ожеледі - 19 мм;
- район за вітром - III;

- нормативний швидкісний тиск вітру  $\text{дан/м}^2$ - 45;

- максимальна температура  $^{\circ}\text{C}$  +38°;

# НУБІП України

## 1.2 Визначення технічних проблем в експлуатації сонячної електростанції

Протягом всього періоду експлуатації фотоелектричної станції (ФЕС) виявлено ряд проблем, серед яких важливими є обмежена потужність панелей та їхній великий обсяг. Аналіз показав, що це призводить до неефективного використання доступної енергії. Крім того, виявлено, що панелі втрачають свою потужність внаслідок перегріву.

З урахуванням вищезазначених проблем запропоновано комплексний підхід до їх вирішення. Спочатку, для підвищення ефективності ФЕС рекомендовано заміну існуючих панелей на Монокристалічна сонячні панелі Longi Solar LR5-72НТН-580Н з потужністю 580 Вт. Це дозволить забезпечити вищу потужність при меншій кількості панелей.

По-друге, для управління проблемою перегріву пропонується замінити інвертор SUN 3Play 100TL на більш продуктивну модель, а саме Sun 3Play 160TL з потужністю від 113 до 162.5 кВт. Це сприятиме зниженню планового навантаження на систему та забезпечить оптимальні умови для функціонування панелей.

Цей двокроковий план реагує на виявлені проблеми, спрямований на підвищення загальної ефективності та стійкості ФЕС, зменшуючи при цьому витрати та підвищуючи загальний видачу енергії станції.

## 1.3 Аналіз способів модернізації сонячної електростанції

Після ретельного аналізу різних методів покращення фотоелектричної станції (ФЕС), вирішено вибрати Монокристалічна сонячну панель Longi Solar LR5-72НТН-580Н з потужністю 580 Вт. Заміна панелей буде проведена в кількості

19655 штук. Цей вибір обумовлений не лише оптимальними розмірами та високою потужністю панелей, але й їх технічними характеристиками, які передбачають менше нагрівання.

Окрім цього, у рамках оновлення інфраструктури ФЕС передбачено заміну інвертора на модель з більшим номіналом, щоб забезпечити надійну та ефективну роботу інвертора. Ця заміна спрямована на підвищення працездатності всієї системи та максимізацію виходу енергії.

Цей комплексний підхід до модернізації ФЕС передбачає не лише значний приріст в ефективності, але й враховує питання технічної стійкості та довготривалої працездатності системи.

#### **1.4 Обґрунтування вибраного способу модернізації сонячної електростанції**

Вибір даної панелі був обґрунтований рядом вагомих факторів. Перш за все, монтаж цієї панелі сприятиме ефективнішому використанню обмеженого місця, що є ключовим аспектом при плануванні інфраструктури. Крім того, застосування цієї технології дозволяє значно скоротити використання з'єднувальних проводів (стрінгів), що не лише позитивно впливає на бюджет, але й допомагає економити орендовану площу землі.

Додатковою перевагою є можливість заміни інверторів на більш потужні, що забезпечить додатковий запас у роботі та виснаженні обладнання. Цей крок сприятиме надійності та стабільності системи в цілому. Враховуючи всі ці аспекти, обрана панель не лише відповідає бюджетним обмеженням, але й максимізує продуктивність системи при оптимальному використанні ресурсів.

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ МОДЕРНІЗАЦІЇ СОЛЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В М. ЖОВТІ ВОДИ

### 2.1 Розрахунок потреби в електроенергії.

НУБІП України

Розрахунок потужності, необхідної для тимчасового електропостачання, ґрунтується на визначенні споживачів електроенергії, які взято під вагу на будівельному майданчику, та їхній активності протягом тривалого періоду будівництва. Основні споживачі та їх потужності наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

№	Назва споживача	Кількість	Потужність P, кВт
1	компресор ПКСД 5,25 А-120	1 шт	37,0
2	зварювальний трансформатор ТД-300	1 шт	9,89
3	вібратори ІВ-47В	1 шт	0,8
4	вібратори ІВ-113	1 шт	0,55
5	електротрамбовки ІЕ-4502	1 шт	1,4
6	електроінструмент	1 шт	0,42
7	насоси пункту мийки коліс	4 шт	3
8	зони виробництва механізованих бетонних робіт земляних,	100м <sup>2</sup>	0,0008
9	охоронне освітлення	1500м <sup>2</sup>	0,0015

# НУБІП УКРАЇНИ

Розрахунок необхідної потужності виконуємо за формулою відповідно до Посібника ДСТУ Б А. 3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків» (Формула 2.1)

# НУБІП УКРАЇНИ

$$P = \frac{1.1}{\cos\phi} = (K1\Sigma P1 + K2\Sigma P2 + K3\Sigma P3 + K4\Sigma P4 + K5\Sigma P5) \quad (2.1)$$

де P – загальний показник необхідної потужності для будівельного майданчика, кВА;

$\alpha$  – коефіцієнт, що встановлює втрати потужності в мережах, дорівнює 1,1;

$\cos\phi 1$  – коефіцієнт потужності для групи силових споживачів електродвигунів, дорівнює 0,7;

$\cos\phi 2$  – коефіцієнт потужності для технологічних споживачів (прогрів бетону і т. д.), дорівнює 0,8;

K1 – коефіцієнт одночасності роботи електродвигунів, залежно від виду і числа споживачів, приймається рівним 0,5;

K2 – те ж, для технологічних потреб, приймається рівним 0,4;

K3 – те ж, для внутрішнього освітлення, приймається рівним 0,8;

K4 – те ж, для зовнішнього освітлення, приймається рівним 0,9;

K5 – те ж, для зварювальних трансформаторів, приймається рівним 0,8;

P1 – сумарна номінальна потужність електродвигунів будівельних машин, механізмів, кВт;

P2 – сумарна споживана потужність на технологічні потреби (електропрогрів бетону і т. д.), кВт;

P3 – споживана потужність для внутрішнього освітлення приміщень; кВт;

P4 – споживана потужність для зовнішнього освітлення доріг, проїздів, фронту робіт, кВт;

P5 – сумарна потужність зварювальних трансформаторів.

## 2.2. Розрахунок кабельних ліній 6 кВ

Для запобігання механічних пошкоджень кабелі повністю обкладають червоною цеглою. Всі будівельно-монтажні роботи повинні виконуватися згідно з кресленнями, у них повинні бути присутні представники відповідних організацій і відповідати умовам погодження. Земляні споруди повинні виконуватися в суворій відповідності до технічних вимог безпеки будівництва із застосуванням засобів механізації та ручного будівництва. Після завершення будівництва необхідно відновити зелені смуги та пошкоджене тверде покриття доріг і тротуарів. Для кабельних ліній електропередачі напругою 6 кВ встановлюється зона безпеки у вигляді ділянки землі над підземним кабелем, обмеженого паралельними прямими лініями, на відстані 1 м від крайнього кабелю з кожного боку.

Повірочний розрахунок вибору кабелю із зшитого поліетилену для мережі 6 кВ перевіряють за такими показниками: 1. Відповідно до дозволеного постійного струму навантаження. 2. За допустимим струмом короткого замикання на проводі. 3. За допустимим струмом короткого замикання на екрані. 4. За падінням напруги. Виконати перевірочні розрахунки для 2 кабельних ліній. У таблиці 2.2 наведені вихідні дані для розрахунку КЛ 6 кВ.

Таблиця 2.2

### Вихідні дані розрахунку КЛ 6 кВ

№КЛ	Напруга мережі	Максимальний струм 3-х	Повний час тривалості	Максимальна розрахункова потужність	Довжина кабельної лінії
-----	----------------	------------------------	-----------------------	-------------------------------------	-------------------------



	кВ	кА	с	кВт	км
Л1	6	6.399	1	4900	0.21
Л2	6	6.327	1	4500	0.487

Перевірте допустимий постійний струм навантаження кабелю. Кабель придатний, якщо умови дотримані (Формула 2.3)

$$I_p < I_d$$

де  $I_p$  - розрахунковий струм в мережі, А;

$I_d$  - фактично допустимий струм для кабелю АПвЕгаПу (згідно з заданими технічними умовами) (Формула 2.4)

$$I_d = P_p / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi)$$

де  $P_p$  - максимальна розрахункова потужність що передається, кВт;

$U$  - номінальна лінійна напруга кВ;

$\cos\phi$  - кут зсуву фаз між напругою та струмом.

Врахуємо фактичні умови прокладки кабелю і розрахуємо фактично допустимий струм кабелю АПвЕгаПу. Розрахунок проводиться згідно СОУ-Н МЕН 40.1-37471933-49-2011 «Проектування кабельних ліній напругою до 330 кВ» з урахуванням допоміжного поправочного коефіцієнта.

Таблиця 2.3

Результати розрахунку КЛ 6 кВ

КЛ	$P_p, \text{кВт}$	$U_n, \text{кВ}$	$\cos\varphi$	$I_p, \text{А}$	Перетин обраного кабелю, $\text{мм}^2$	$I_c, \text{А}$
Л1	4900	6	0.99	476,27	630	593
Л1-2	3400	6	0.99	330,47	500	526
Л3-2	1900	6	0.99	184,67	120	252
Л4-3	500	6	0.99	48,6	120	252
Л2	4500	6	0.99	437,39	500	526
Л6-5	3000	6	0.99	291,59	300	414
Л7-6	1500	6	0.99	145,8	120	252

Допустимий струм короткого замикання та сумарний час короткого замикання на шині РП-6 кВ (згідно табл.

Розрахунок струму короткого замикання в розрахункових точках проводиться з урахуванням потужності, що виробляється для кожного проводу,

та з урахуванням для розрахунку Питомий струм сторони ФЕС При розрахунку

струму короткого замикання та питомого струму сторони ФЕС

використовувався наступний метод.

- розраховуємо опір системи: (Формула 2.5)

2.5

$$z_c = U_n / (\sqrt{3} \cdot I_{3кз})$$

- розраховуємо опір кабельної лінії: (Формула 2.6)

2.6

$$z_k = \sqrt{(r_{2к}^2 + x_{2к}^2)}$$

де  $r_k$  та  $x_k$  - активний та індуктивний опір жили струму частотою 50 Гц, відповідно, Ом.

- сумарний опір до шин РП 6 кВ дорівнює: (Формула 2.7)

2.7

$$Z_{\text{сум}} = Z_C + Z_K$$

НУБІП УКРАЇНИ

- струм КЗ питомий зі сторони ПС: (Формула 2.8)

$$I_{\text{КЗ}} = U_H / (\sqrt{3} \cdot Z_{\text{КЗmax}})$$

НУБІП УКРАЇНИ

- струм питомий зі сторони ФЕС: (Формула 2.9)

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U_H)$$

де P - потужність підживлення зі сторони ФЕС, кВт.

НУБІП УКРАЇНИ

- струм КЗ в розрахунковій точці: (Формула 2.10)

$$I_{\text{КЗ}} = I_{\text{КЗ}} + I$$

Кабель підходить, якщо виконується умова: (Формула 2.11)

НУБІП УКРАЇНИ

$$I_{\text{КЗ}}(3\text{ф}) < I_{\text{КЗ.ж}} + I_{\text{КЗ.т}} \cdot \sqrt{t_{\text{п}}}$$

де  $I_{\text{КЗ}}(3\text{ф})$  - максимальний струм 3-х фазного короткого замикання, кА;

$I_{\text{КЗ.ж}}$  - максимально допустимий струм короткого замикання жили кабелю, кА;

$t_{\text{п}}$  - повний час тривалості короткого замикання, с;

$I_{\text{КЗ.т}}$  - допустимий струм КЗ тривалість 1 с для вибраного перерізу жил, кА.

### 2.3. Розрахунок кабельних ліній 0,4 кВ

НУБІП УКРАЇНИ

Для мережі напругою 0,4 кВ проводиться перевірка зшитого поліетилену, який використовується в ізоляції кабельних ліній. Ця перевірка здійснюється враховуючи допустимий тривалий струм навантаження та втрати напруги.

Для тестування вибирають кабелі з перерізом 120, 150 і 200 мм. Найбільша

НУБІП УКРАЇНИ

довжина лінії, яку ми обираємо для випробувань, - це APVUH 3x120+1x70mm<sup>2</sup> довжиною 174 м, а найкоротша вибирається з урахуванням їхньої довжини. Умови розкладки передбачають траншеї глибиною 0,7 м, в які вкладаються до 6

штук кабелів, розташованих групами. Перевірка кабеля здійснюється з урахуванням тривалого струмового навантаження. (Формула 2.12)

$$I_p < I_{доп.к}$$

де  $I_p$  - робочий струм в лінії;

$I_{доп.к}$  - фактичний тривало допустимий струм. (Формула 2.13)

$$I_p = P_p / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi)$$

де  $P_p$  - максимальна розрахункова потужність що передається, кВт;

$U$  - номінальна лінійна напруга кВ,

$\cos\varphi$  - кут зсуву фаз між напругою та струмом (коефіцієнт потужності інвертора).

$$I_p = 100 / (1,732 / 0,4 \cdot 0,98) = 147,28 \text{ А.}$$

Технічні специфікації кабелю із зшитого поліетиленовою ізоляцією, як визначено  $I_{доп. к}$ , вказують на те, що допустимий струм протягом тривалих періодів становить:  $AP \sqrt{VH} 3 \times 120 + 1 \times 70 \text{ мм}^2 267 \text{ А}$ . Застосовувані регулятори напруги застосовують середнє значення приблизно 1,5 В на мілью (AVC) на кожному кінці. Якщо умови прокладки кабелю не відповідають нормальним, поправочні коефіцієнти необхідно збільшити, щоб підтримувати прийнятні довгострокові рівні струму. (Формула 2.14 )

$$I_{доп.к} = I_c \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$$

Для кабельних каналів з різними коригуючими коефіцієнтами, один, де  $k_1$  дорівнює 1, а інший, де він знаходиться в трубі. Значення  $c_1$  відповідає 1. На  $k_2$  впливає глибина з'єднання по відношенню до кабелю, що прокладається в траншеї. Кабелі напругою до 35 кВ включно не повинні прокладатися на глибині

більше 0,88 метра при прокладанні безпосередньо в землі. Коефіцієнт  $k_2$  дорівнює 1 при прокладанні кабелю на глибині 0,8 метра.

$k_3$  - коригувальний коефіцієнт, який повинен залежати від температури землі, не вище 20 С, для кабелів напругою до 35кВ. Помилки температури у Дніпропетровському регіоні згідно СОУ-Н МПЕ складаються від 25° до  $k_3 = 0,96$ .

$k_4$  - коригувальний коефіцієнт навантаження від даного теплового опорного контуру, що збільшується від 1,5 К·м/Вт для кабелю напругою до 35кВ постійно  $k_4 = 1,0$ ;  $k_5$  - коригувальний коефіцієнт під час прокладання групи кабелів. У траншеях до 6 кабелів.

При прокладанні КЛ без посередини землі, з використанням необхідних ресурсів, тривалий допустимий курс становить:

для кабеля АПВВГ 3х120

$$I_{доп.к} = 267 \cdot 0,929 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 1,0 \cdot 0,62 = 154 \text{ А};$$

- для кабеля АПВВГ 3х150

$$I_{доп.к} = 299 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 1,0 \cdot 0,69 = 165 \text{ А};$$

Перевіримо виконання умови (2.5):

- для кабеля АПВВГ 3х120

$147,28\text{А} < 154\text{А}$  - умова виконується  
- для кабеля АПВВГ 3х150

$147,28\text{А} < 165\text{А}$  - умова виконується

Перевірте кабель для всасування жидкості.

Розгріш падений напруги від інверторів до КТП перетворювачів складності доопрацювання в процесах експлуатації електричних найменшого

значення номінального класу напруги з можливістю заміни в українських стандартах ДСТУ 13109-97 та ДСТУ/EN 50160:2014 функціонування цієї мережі.

Вартість підбора  $\Delta U$  для нормального режиму роботи лінії не може перевищувати 5% ( $\Delta U_{доп\%}$ ):

- для кабеля АПВВГ 3x120

$$\Delta U = 2,88\% < 5\%$$

- для кабеля АПВВГ 3x150

$$\Delta U = 2,78\% < 5\%$$

Падіння напруги в лініях не перевищує нормованих 5%.

Висновок розділу 2:

Після докладного аналізу та повторних розрахунків ми прийшли до висновку, що можемо здійснити заміну деяких компонентів фотоелектричної станції (ФЕС) для досягнення її більш ефективної роботи.

### 3.1. Розрахунок та вибір сонячних панелей

Фотоелектрична станція (ФЕС) до початку модернізації мала наступну структуру: кожен стіл складався з чотирьох рядів по вісі восьми сонячних панелей. З'єднання ряду сонячних панелей здійснювалося шляхом послідовного з'єднання заводських кабелів з'єднувачів завдовжки 0,9 м, створюючи масив.

Кожен масив був з'єднаний фотоелектричним дротом перерізом 6 мм<sup>2</sup> за допомогою роз'ємів PV-C1F-S (+) і PV-C1F-S (-). Кожен масив складався з 24 фотомодулів: 16 модулів розташовані у два ряди на одному столі, і 8 модулів розташовані у два ряди на сусідньому столі.

Дроти масиву були прокладені вздовж конструкції столу і фіксувалися через кожні 50-70 см хомутами з поліаміду 6.6 (чорний DKS4,8 x 430 мм). Фотоелектричні дроти також прокладалися між рядами столів у траншеї глибиною 0,7 м, фіксуючись на поліетиленових рубах діаметром 25 мм, які опускалися в траншею вздовж передньої сторони столу на глибину 0,7 м, а потім прокладалися до інвертора в траншеї. Фотоелектричні дроти від траншеї до інвертора були підвішені до щипців на 25-міліметрових ПЕ-трубах.

Інвертор був встановлений на настільній конструкції, а кабелі від щипців до інвертора підключалися знизу. Кабель до інвертора монтувався в поліетиленовій трубі діаметром 25 мм. Верхні та нижні масиви столу були підключені до окремих контролерів MPPT. Усі кабелі в масиві були позначені на обох кінцях (біля точки підключення до масиву та біля інвертора) для зручності ідентифікації.

Дроти були прикріплені до металевої конструкції столу за допомогою хомутів з поліаміду 6.6 чорного кольору DCS2,5x98 мм. Наступним кроком було розрахувати кількість фотоелектричних перетворювачів, необхідних для

фотоелектричної системи. Розрахункова (максимальна) потужність фотоелектричного перетворювача визначається за формулою 3.1.

$$P_{ФЕП} = n P_{Фmax}, Вт$$

де  $n$  – кількість фотоелектричних перетворювачів, шт.;

$P_{Фmax}$  – максимальна потужність фотоелектричного перетворювача, Вт.

Так як ми модернізуємо станцію, ми визначили саму оптимальну панель

яка підходить для наших цілей це монокристалічна сонячна панель LR5-72НТН-

580М використовується в мережевих, гібридних та автономних фотоелектричних системах. Вихідна потужність становить 580 Вт, що є дуже високим показником для 2023 року. ККД сонячних панелей дуже високий,

досягає 22,5% з інвертором, тому їх можна ефективно використовувати для

генерації електроенергії за "зеленим" тарифом і для автономного

електропостачання. Сонячні панелі пройшли випробування проти граду розміром 25 мм при швидкості вітру 23 м/с. Конструкція витримує снігове

навантаження до 5200 Па і вітрове навантаження до 2400 Па. Вона також стійка

до впливу солі, аміаку та пилу, що підтверджено незалежними випробуваннями.

Клас захисту IP68 означає, що вона повністю захищена від потрапляння пилу і витримує короткочасне занурення у воду на глибину до 1 м. Електричні компоненти не можуть випадково контактувати з людьми.

Ця модель сертифікована відповідно до систем менеджменту ISO 9001:2008 та ISO 14001:2004. Відповідність галузевим стандартам IEC 61215 і IEC 61730 забезпечує високу якість і безпеку обладнання; незалежне підтвердження відповідності було проведено компанією TUV Rheinland.

$$n = 11 \cdot 400 \cdot 000 / 580 = 19655, \text{ шт}$$



де  $P_{ФЕЦ}$  – розрахункова (максимальна) потужність фотоелектричного перетворювача;

$n$  – кількість фотоелектричних перетворювачів, шт.;

$P_{Фтах}$  – максимальна потужність фотоелектричного перетворювача, Вт.

По результатам розрахунків виявлено що потрібно 19655 шт. для однієї ФЕС з розрахунком потужності на фотоелектричної станції становитиме 11.4 МВт.

### 3.2. Обґрунтування вибору інверторів

Для перетворення постійного струму, отриманого від сонячних модулів, в змінний струм використовується електричний інвертор потужністю від 113 до 162.5 кВт, конкретно модель Sun 3Play 160TL, виробництва компанії «Ingeteam».

Ці інвертори відіграють ключову роль у системі, перетворюючи зібрану енергію з сонячних панелей у форму, придатну для використання у мережі та для підключення фотоелектричних модулів до електромережі.

Кожен інвертор обладнаний власним керуючим мікропроцесором, який забезпечує можливість дистанційного зчитування та регулювання основних параметрів інвертора. Це забезпечує централізоване управління, моніторинг та контроль, що може бути здійснене з центрального комп'ютера в системі управління. Така характеристика реалізує реальну автономію кожного інвертора.

У рамках даного проекту Ingecon Sun 3Play 160TL обрано як інвертор Ingeteam з пристроєм захисту від перевантаження категорії II. Це вказує на високий рівень надійності та безпеки інвертора у разі можливих перевантажень, забезпечуючи стійку та ефективну роботу всієї системи фотоелектричної станції.

Висновок розділу 3:

Після проведення ретельних розрахунків та аналізу, ми визначили більш оптимальні матеріали для здійснення модернізації та покращення роботи нашої фотоелектричної станції (ФЕС).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

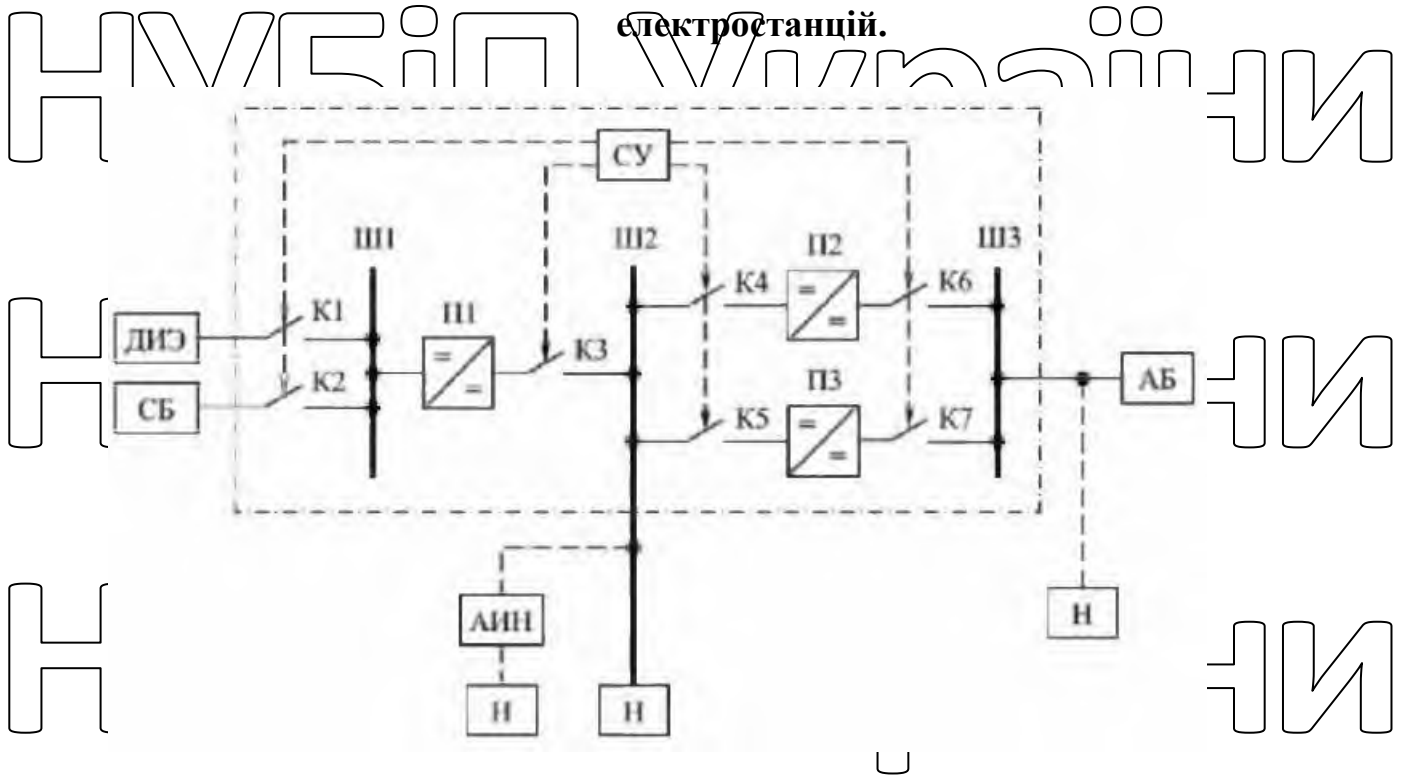
НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## 4.1 Основні принципи побудови автономних сонячних батареї

електростанцій.



Мал. 1

Функціональна структура автономної сонячної електростанції із сталим вихідним напругою показана на мал. 1. Для отримання змінної вихідної напруги схема може бути оснащена автономним інвертором напруги (АН),

підключеного до якого показано точковими лініями на мал. 1. Автономна

сонячна електростанція складається з наступних основних елементів, вузлів:

додаткове джерело енергії (ДДЕ); сонячний акумулятор (СА); імпульсний перетворювач постійного напруги (ШПН) для зниження напруги П1, П2 і

підвищення напруги П3; вхідні шини Ш1 і Ш3; вихідна шина Ш2; ключі К1-К7;

система управління (СУ); акумуляторна батарея (АБ); навантаження (Н);

автономний інвертор напруги (АН). Розглянемо детальніше функціональну

схему автономної сонячної електростанції (АСЕ) з постійним вихідним напругою, представлену на мал. 1. Для створення змінної вихідної схеми

напруги можна обладнати автономним інвертором напруги (АІН), з'єднавши якого на мал. 1 показано пунктирними лініями. АСЕ будується з наступних основних вузлів: додаткове джерело енергії (ДДЕ); сонячна батарея (СБ); імпульсний перетворювач постійного напруги (ІПН) знижувального типу П1, П2 та підвищувального типу П3; вхідні шини Ш1 і Ш3; вихідна шина Ш2; ключі К1-К7; система управління (СУ); акумуляторна батарея (АБ); навантаження (Н); автономний інвертор напруги (АІН).

Як показано на малюнку 1, схема АСЕ включає три шини підключення: дві вхідні Ш1, Ш3 та одну вихідну Ш2. Напруги на всіх шинах Ш1-Ш3 різних.

Для конкретності приймаємо  $U_1=54$  В,  $U_2=24$  В та  $U_3=12$  В. Імпульсні перетворювачі постійного напруги П1 та П3, виконані за класичними схемами для знижуючи та підвищуючи перетворювачів, забезпечують стабільність вихідної напруги електростанції на шині Ш2. ІПН знижувального типу П2

використовується як зарядний пристрій для акумуляторних батарей. Напруга на другій/вхідній шині Ш3 повністю зменшується з розрядом акумулятора. Система управління після цього вмикає та вимикає ключі (К1-К7) відповідно до заданого алгоритму, що забезпечує високу надійність електропостачання АСЕ.

Давайте приділимо більше уваги алгоритму управління АСЕ з наявністю достатньої освітленості сонячних батарей (протягом дня, сонячної погоди), формується достатня кількість енергії для завантаження живлення та зарядки акумуляторних батарей. У цьому випадку система управління вмикає ключі (К2, К3, К4 і К6), щоб живити навантаження та заряджати акумуляторні батареї від сонячних батарей. Після повного заряду акумуляторних батарей система управління вимикає ключі (К4 і К6).

Звідси видно, що схема автономної сонячної електростанції має три шини підключення: дві вхідні (Ш1, Ш3) та одну вихідну (Ш2). Напруги на всіх шинах (Ш1-Ш3) різні, також, приймаємо напруги  $i_{Ш1}=54$  В,  $i_{Ш2}=24$  В і  $i_{Ш3}=12$  В для конкретності. Імпульсні перетворювачі постійного напруги П1 і П3, виконані за схемою зниження класичного і підвищувального перетворювачу,

забезпечують стабільність вихідної напруги електростанції на шині Ш2.

Імпульсний перетворювач постійного напруги знижує тин П2 використовується як зарядний пристрій для акумуляторних батарей. Напруга на другій вхідній шині Ш3 повністю зменшується при зниженні заряду акумулятора. Система

управління вмикає та вимикає ключі К1-К7 за заданим алгоритмом,

забезпечуючи високу надійність електропостачання автономної сонячної електростанції. Поглибимо розглядати алгоритм управління АСЕ. За наявності достатньої освітленості сонячних батарей (в день, ясна погода) формується

достатня кількість енергії для зарядки живлення та зарядки акумуляторних

батарей. У цьому випадку система управління вимкнює ключі К2, К3, К4 і К6

для живлення навантаження та заряду акумуляторних батарей від СБ. Після

повного заряду акумуляторних батарей СУ вимикає ключі К4 і К6. У разі

недостатньої освітленості сонячних батарей (вночі, хмарна погода) і достатньої

зарядженості АБ система управління вмикає ключі К5 і К7 для живлення

навантаження від акумуляторних батарей. При недостатній освітленості

сонячних батарей і розряджених акумуляторних батарей СУ вмикає ключі К1,

К3, К4 і К6 для живлення навантаження та заряду акумуляторних батарей від

додаткового джерела енергії. Після повного заряду АБ вимикаються всі

увімкнені раніше ключі СУ, а ключі К5 і К7 вимикаються для живлення на

завантаження від акумуляторної батареї. Такий алгоритм управління ключами

К1-К7 дозволяє забезпечити високу надійність електропостачання АСЕ,

незалежно від погодних умов та часу отримання. Автономна сонячна

електростанція, побудована за схемою на мал. 1, забезпечує живлення

споживачів, підключених до шини Ш2, стабільно постійним або змінним

напрутовим рівнем. Споживачі з менш жорсткими вимогами до стабільності

постійної напруги можуть бути підключені одночасно до другої вхідної шини

Ш3. Схема АСЕ (мал. 1) може формувати будь-які значення вихідної напруги

на шині Ш2, до 220 В. Для цього потрібно збільшити вихідну напругу сонячних

батарей шляхом додаткового з'єднання сонячних модулів та вибрати

перетворювачі П1-П3 для досягнення необхідної вихідної напруги.

# НУБІП України

## 4.2 Зрівняння фотоелектричних панелей

Таблиця 4.1

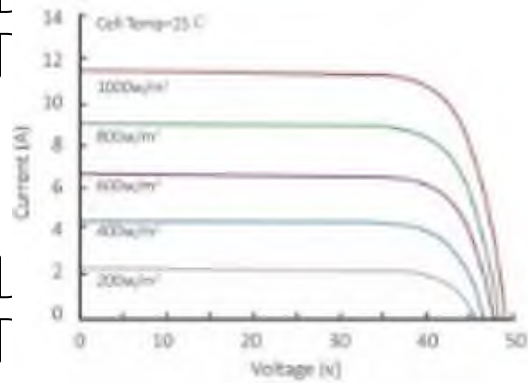
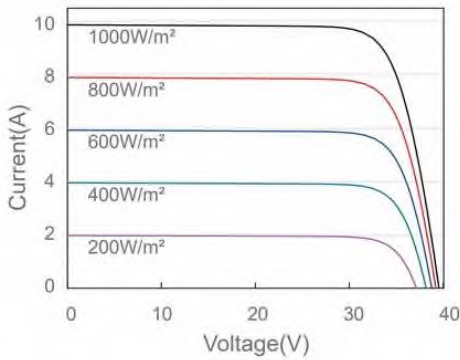
	JA Solar JAM60S01- 300PR	Longi Solar LR5- 72HTH-580M
Країна-виробник	Китай	Китай
Тип фото модуля	поликристаллическая	монокристал
Потужність, Вт	300	580
Напруга при макс. потужності, В	32.26	44.06
Струм при макс. потужності, А	9.3	13.17
Струм короткого замикання, А	9.75	14.20
ККД фото модуля, %	18.3	22.5
Температурний коефіцієнт потужності, %/°C	-0.38	-0.29
Температурний коефіцієнт напруги, %/°C	-0.3	-0.23
Температурний коефіцієнт струму, %/°C	0.06	0.05
Вага, кг	18.2	27.5

Габарити, Д*Ш*Т, мм	1722x1134x30	2278x1134x35
Ступінь захисту	IP67	IP68
фото модуля		
Кількість фотоелементів, шт	60	144

Графік 1

Графік генерації при зростанні потужності

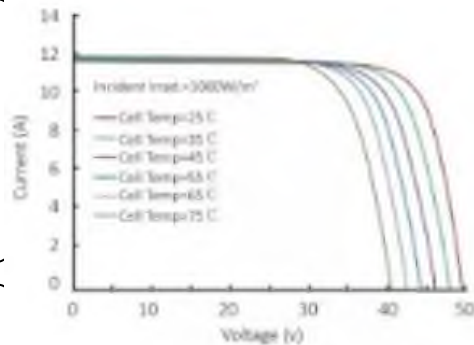
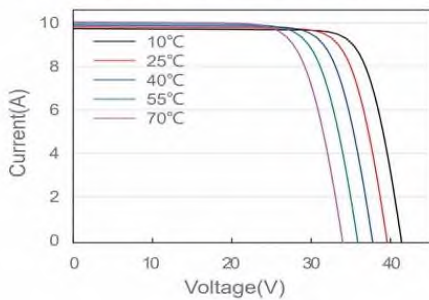
Current-Voltage Curve JAM60S01-300/PR



Графік 2

Графік потужності при зростанні температури

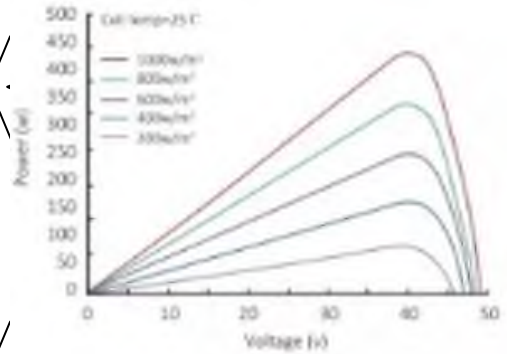
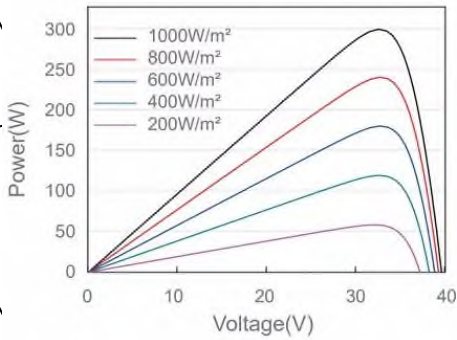
Current-Voltage Curve JAM60S01-300/PR



Графік 3

Графік генерації при зростанні площі освітлення

Power-Voltage Curve JAM60S01-300/PR



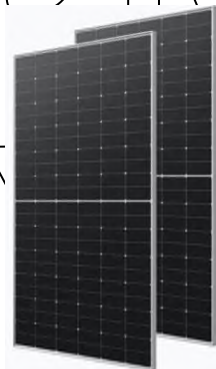
Мал 2

Сонячна панель JA Solar JAM60S01-300/PR



Мал 3

Сонячна панель Longi Solar LR5-72HTH-580M



Після проведення аналізу було виявлено та розроблено рішення для ключових проблем, що стосуються ефективності фотоелектричної станції (ФЕС).



Перш за все, для максимізації потужності було вирішено здійснити заміну сонячних панелей. На минулих панелях потужність досягала 300 Вт, тоді як на модернізованих використовується Monocrystalline сонячна панель Longi Solar LR5-72HTH-580H з потужністю 580 Вт. Це досягнуто шляхом збільшення площі та кількості фотоелементів на кожній панелі, що значно підвищує загальну енергетичну продуктивність системи.

Додатково, було вирішено проблему втрати потужності при нагріві панелі. Це досягнуто шляхом впровадження змін у структурі панелі, включаючи зміну кристалу. Це покращення допомагає зберігати оптимальну ефективність панелей навіть при високих температурах, забезпечуючи стабільну роботу системи.

Такий комплексний підхід до вирішення технічних питань дозволяє не лише значно підняти потужність ФЕС, але і забезпечити стійкість та надійність роботи системи в різних умовах експлуатації.

Також був розрахунок площі старих та нових панелей:

Площа м<sup>2</sup> розраховується по формулі (4.1)

4.1

Площа м<sup>2</sup> старої панелі:  $S_{п} = \text{Длина} \times \text{Ширина}$

$$S_{п} = 1,722 \times 1,134 = 1,9$$

Розрахунок загальної площі панелей (Формула 4.2)

4.2

$$S_{п/з} = \text{Площа Панелі} \times \text{Кількість Панелей}$$

Розрахунок загальної площі старих панелей:

$S_{п/з} = 1,9 \times 38\,000 = 72\,200 \text{ м}^2$   
По розрахункам виявлено що площа  $\text{м}^2$  старих панелі:  $72\,200 \text{ м}^2$   
Площа  $\text{м}^2$  нової панелі:

$S_{п} = 2,278 \times 1,134 = 2,4$   
Розрахунок загальної площі нової панелей:

$S_{п/з} = 2,4 \times 19\,655 = 47\,172 \text{ м}^2$   
По розрахункам виявлено що площа  $\text{м}^2$  нових панелі:  $47\,172 \text{ м}^2$   
Площа  $\text{м}^2$  старої панелі:  $1,9 \times 38\,000 = 72\,200 \text{ м}^2$

Площа  $\text{м}^2$  нової панелі:  $2,4 \times 19\,655 = 47\,172 \text{ м}^2$   
По проведеним розрахункам видно, що площа буде зменшена на  $25,028 \text{ м}^2$ ,

відповідно до вимог, які поставлені перед нами даною задачею. Це вказує на те, що проблему, пов'язану з обмеженою площею та модернізацією фотоелектричної станції (ФЕС), вдалося ефективно вирішити. Здійснені заходи з оптимізації та модернізації ФЕС призвели до зменшення потрібної площі без втрати загальної ефективності. Такий результат свідчить про успішність обраних стратегій та вибраних технологій, які спрямовані на максимальну продуктивність при обмежених ресурсах. Таким чином, можна вважати, що завдання, пов'язане з оптимізацією площі та модернізацією ФЕС, виконано успішно, досягнуто максимально можливого рівня ефективності при мінімізації використовуваної земельної площі.

**4.3 Зрівняння інверторів**

Таблиця 4.2

	Ingecon SUN 3Play 100TL	Ingecon Sun 3Play 160TL
Макс. Постійної напруги, В	1100	1500
Макс. Постійного ток, А	185	168
Діапазон напруги MPP, В	541,5 - 850	685-1250
Номинальна напруга змінного струму, В	380	480
Макс. Змінний струм, А	145	121
Частота, Гц	50,60	50,60
Макс. ефективність %	99,1	99,1
Євро ефективність %	98,5	98,7
Клас захисту	IP65, NEMA 4	IP65, NEMA 4

Мат 4



Ingecon/SUN 3Play 100TL

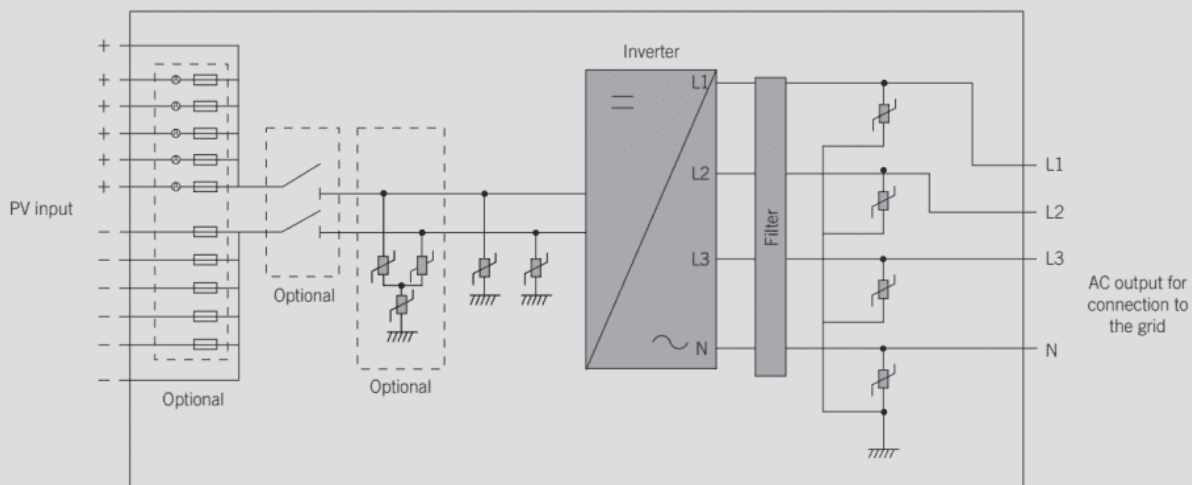


Ingecon Sun 3Play 160TL

Схема 4.1

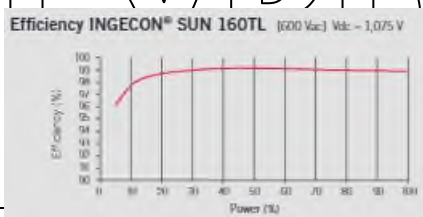
Підключення інвертора:

3Play TL PRO version (33 kW)



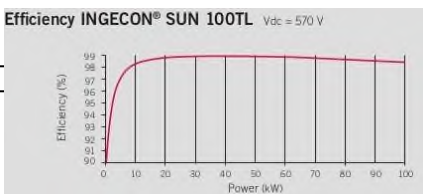
Графік 4

Графік реактивної потужності інвертора Ingecon Sun 3Play 160TL



Графік 5

Графік реактивної потужності інвертора Ingecon SUN 3Play 100TL



При вивченні обраного інвертора очевидно, що ми приділили увагу

вибору пристрою з розширеним діапазоном напруги, що надає нам суттєві переваги. Це рішення базується на тому, що інвертор буде ефективно використовувати свою функціональність не на повну потужність, що, в свою чергу, дозволяє нам зазначити, що пристрій буде працювати з більшою

стабільністю та тривалим терміном служби. Враховуючи розширений діапазон напруги обраного інвертора, ми можемо ефективно працювати в різних умовах та навіть при варіаціях напруги. Це важливо для забезпечення стійкої та продуктивної роботи фотоелектричної системи, особливо у випадку непередбачуваних коливань виробленої електроенергії. Отже, наш вибір інвертора із розширеним діапазоном напруги визначається стратегією забезпечення максимальної ефективності та надійності в різних умовах експлуатації, що є ключовим аспектом для довгострокової та стабільної роботи системи фотоелектричної станції.

#### Висновок розділу 4.

Після проведення розрахунків і порівняння між старою та новою моделями фотоелектричної станції (ФЕС) вибірково застосованих модулів, ми прийшли до висновку, що ми можемо досягти наших поставлених цілей за допомогою введення зазначених змін. Заміна сонячних панелей на більш потужні та ефективні моделі призвела до позитивного впливу на продуктивність та ефективність всієї системи. Економічно такий варіант є вкрай прийнятним, оскільки заміна модулів ФЕС дозволяє нам забезпечити оптимальний баланс між інвестиціями та очікуваними вигодами. Вибір нових модулів враховує не лише покращення ефективності, але й раціональне використання ресурсів, що відіграє ключову роль у сталому розвитку та економічній вигоді проекту. Отже, в результаті аналізу ми визначили, що внесені зміни у моделі ФЕС відповідають нашим стратегічним цілям та в контексті економічних вигід, роблячи цю варіацію економічно прийнятною та продуктивною.

### 5.1. Обґрунтування тривалості будівництва

Період модернізації фотоелектричної електростанції призначений для побудова промислової електростанції, яка виробляє електроенергію шляхом перетворення сонячної променевої енергії:

- Дані та рекомендації ДСТУ Б А.3.1-22:2013 "Визначення тривалості будівництва об'єкта", глава 1, пункт 4.2.3, базуються на наступній формулі. (5.1-5.3)

$$T1 = Tc \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3$$

Де  $T_c$  – визначено середній час будівництва.

$K_1$  - Фактори, що враховують умови будівництва.

$K_2$  – особливість будівлі  $K2=1,0$

$K_3$  – зміни праці  $K3=1$  по ДСТУ 4.2.10

$$K1 = K11 \cdot K12 \cdot K13$$

$K11$  – інженерно геологічні умови  $K11=0$

$K12$  – сейсмічна зона  $K12=1,0$

$K13$  – обмеженість буд. Майд. До ДСТУ Б.А. 3.2-22:2013

5.3

$$K13 = 1 + (П1 + П2 + П3)$$

Майданчик для будівництва характеризується норм. умовами П1=0 На будівельному майданчику немає інженерних комунікацій, які необхідно демонтувати, вивозити або зберігати. У зв'язку з цим, відповідно до п. 2.4.6 ДСТУ, коефіцієнт P2 = 0. Поблизу будівельного майданчика відсутній інтенсивний пішохідний та транспортний рух - коефіцієнт P3 = 0.

У зв'язку з вищезазначеним.

$$K13=1+(0+0+0)=1$$

По розрахунку часу модернізації фотоселектричної станції за СНП 1.04.03-85 дорівнює близько 2,0 місяців.

## 5.2 Обґрунтування потреби в основних будівельних машинах, механізмах, транспортних засобах

Потреби в основних будівельних машинах, механізмах і транспортних засобах були визначені з урахуванням фізичного обсягу робіт та експлуатаційних

характеристик машин і транспортних засобів. При цьому враховувалася

прийнята організаційно-технічна схема проекту та використання

високопродуктивних машин і обладнання, в тому числі імпортного.

Забезпечення робіт машинами, механізмами і транспортними засобами

реалізується на основі наявності техніки у генпідрядника і субпідрядника. Тип

та потужність техніки можуть бути уточнені на етапі розроблення проектно-кошторисної документації.

### 5.3 потреби в будівельних кадрах

На будівництві задіяно – 11 чоловік

Робочих (84,5%)  $A_1 = A * 0,845 = 10 * 0,845 = 8$  ч.

ІТР (11%):  $A_2 = A * 0,11 = 1$  ч.

Службовці (3,2%):  $A_3 = A * 0,032 = 10 * 0,032 = 1$  ч.

Охорона (1,3%):  $A_4 = A * 0,013 = 10 * 0,013 = 1$  ч.

На майданчику складається 70% від більшої частини чоловік на майданчику

$A_5 = A_1 * 0,70 = 8 * 0,70 = 6$  ч.

Чисельність охорони, службовців і робітників у найчисленнішій зміні становить 80% від максимальної чисельності охорони, службовців і робітників на об'єкті.

$A_6 = (A_2 + A_3 + A_4) * 0,8 = (1 + 1 + 1) * 0,8 = 2$  ч.

Найвища кількість робочих на зміні:

$A_7 = A_5 + A_6 = 6 + 2 * 0,5 = 7$  ч.

Численні зміни були зроблені таким чином, що лінійний персонал, адміністративний персонал і МОП становлять 50% від загальної кількості.

Висновок розділу 5:



У процесі нашого дослідження було визначено необхідну кількість працівників для ефективної роботи, забезпечення безпеки та обслуговування фотоелектричної станції (ФЕС).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 6.1 Загальні положення з охорони праці на електростанції

Відповідно до статті 11 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» експлуатація альтернативних джерел енергії на об'єктах альтернативної енергетики провадиться за умов:

1. безпечного проведення робіт, здійснення державного нагляду за режимами споживання енергії;

2. енергетичної безпеки, що гарантує технічне та економічне задоволення періодичних, поточних і перспективних потреб споживачів енергії;

3. виконання технологічних вимог щодо виробництва, акумулювання, передачі, постачання та споживання енергії;

4. додержання єдиних державних норм, правил і стандартів усіма суб'єктами відносин;

5. додержання правил експлуатації об'єктів альтернативної енергетики, що регламентуються нормативно-правовими актами, обов'язковими для виконання всіма суб'єктами підприємницької діяльності.

Відповідно до статті 12 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» протиаварійний захист та забезпечення екологічної безпеки при використанні альтернативних джерел енергії здійснюються шляхом:

1. запобігання аварійним ситуаціям і ліквідації їх наслідків на об'єктах альтернативної енергетики за рахунок додержання вимог та правил, встановлених відповідно до державних стандартів;

2. створення умов для розвитку, підвищення технічного рівня, безпечної експлуатації та охорони об'єктів альтернативної енергетики згідно із законодавством;

3. підтримки необхідного балансу потужності та якості енергії, виробленої з альтернативних джерел, для забезпечення надійного і безаварійного функціонування з об'єднаною енергетичною системою України;

4. здійснення нагляду за впровадженням нових систем противарійної автоматики та захисту об'єктів альтернативної енергетики, а також засобів зв'язку і диспетчерського (оперативнотехнологічного) управління з енергетичними мережами України;

5. здійснення нагляду за експлуатацією систем противарійної автоматики та захисту об'єктів альтернативної енергетики від несанкціонованого втручання.

Державний нагляд у сфері альтернативних джерел енергії здійснює спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади у відповідній сфері та інші органи у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Щодо сонячних батареї, то для того щоб система з сонячних батареї працювала і подавала енергію у мережу, потрібно встановити ряд додаткових електроприладів, зокрема: інвертор, що перетворює постійний струм у змінний; акумуляторну батарею, яка повинна накопичувати енергію; контролер заряду акумулятора. Оскільки працездатність системи безумовно залежить від ступеня зарядженості свинцевокислотних батареї, необхідно ознайомитись з

«Інструкцією з охорони праці при експлуатації стаціонарних свинцево - кислотних акумуляторних батареї». Так як до системи з сонячних батареї входять електроприлади (інвертор, контролер), то слід дотримуватись системи засобів і заходів безпечної експлуатації електроустановок. Ізоляція струповидних частин забезпечується шляхом покриття їх шаром діелектрика для захисту людини від випадкового доторкання до частин електроустановок, через які проходить струм. Електрозахисними засобами називаються вироби, що переносяться та перевозяться і слугують для захисту людей, які працюють з

електроустановками, від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги та електромагнітного поля. Розрізняють основні й додаткові ізолювальні електрозахистні засоби. До основних належать такі електрозахистні засоби, ізоляція яких протягом тривалого часу витримує робочу напругу електроустановки до 1000 В – діелектричні рукавички, ізолювальні штанги, інструменти з ізолюваними ручками, електровимірювальні кліщі, ізолювальні кліщі, показчики напруги; а при роботі в електроустановках напругою понад 1000 В – ізолювальні штанги, струмовимірювальні та ізолювальні кліщі, показчики напруги для фразування. Додаткові ізолювальні захисні засоби мають

недостатні ізолювальні властивості, тому призначені лише для підсилення захисної дії основних засобів, разом з якими вони і застосовуються. До них належать: при роботах в електроустановках з напругою до 1000 В – діелектричні калоші, килимки, ізолювальні підставки; при роботах в електроустановках з напругою понад 1000 В – діелектричні рукавички, боти, килимки, ізолювальні підставки. Огороджувальні електрозахистні засоби (щити, ширми, екрани, плакати електробезпеки) призначені для захисту працівників, котрі проводять роботи в електроустановках, від випадкового доторкання чи наближення на небезпечну відстань до струповидних частин, що знаходяться під напругою.

Отже, в контексті дотримання правил охорони праці при використанні сонячних батарей, можна опиратися на наступні нормативно-правові документи: Закон України «Про використання альтернативних джерел енергії»: Цей закон визначає основні принципи та правила використання альтернативних джерел енергії, включаючи сонячні батареї. Він надає рамки та стандарти для безпечної експлуатації таких систем. Інструкція з охорони праці при експлуатації стаціонарних свинцево-кислотних акумуляторних батарей: Даний документ детально регламентує правила охорони праці під час роботи з акумуляторами, які часто використовуються у сонячних енергетичних системах. Основи охорони праці при експлуатації електроустановок. Цей нормативний документ визначає загальні принципи та вимоги забезпечення безпеки під час робіт з електроустановками, що є актуальним і для сонячних енергетичних систем.

Враховуючи ці нормативи, забезпечується відповідність та дотримання необхідних стандартів безпеки при експлуатації та обслуговуванні сонячних батарей.

## 6.2 Захист людей від ураження електричним струмом

Захисне заземлення, установлення нуля та вимкнення є основними заходами захисту людей від ураження електричним струмом у разі подачі напруги на частини електрообладнання.

Захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання металевих частин електрообладнання із землею або її еквівалентом. Вимоги до захисного заземлення викладено в ГОСТ 12.1.030-81 "ССБП. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення" зі змінами, внесеними в 1987 році.

Дотик до незахищеного корпусу, що перебуває під напругою, рівносильний тому, що людина здійснює однофазне підключення до електромережі. Метою заземлення є зниження напруги на землю металевих частин електрообладнання, що випадково опинилися під напругою, до безпечного рівня та усунення небезпеки ураження людей електричним струмом.

В електроустановках напругою до 1000 В опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом протягом усього року (для джерел струму потужністю 100 кВА і менше опір заземлення не повинен перевищувати 10 Ом).

Оскільки опір заземлення значно менший за опір людського тіла (1000 Ом), у разі дотику людини до пошкодженого електрообладнання максимальний струм протікатиме через заземлювальний пристрій. Занулення - це навмисне електричне з'єднання металевих частин електрообладнання, який може опинитися під напругою, з нульовим захисним провідником. Занулення повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.1.030-81.

В електричних мережах розрізняють нульові захисні провідники (НЗ) і нульові робочі провідники (НР). Нульові захисні провідники служать для з'єднання занулених частин обладнання з нульовою точкою джерела струму, а нульові робочі - для підключення освітлювальних приладів, машин і апаратів, що працюють на фазній напрузі (220 В), до мережі напругою 380 В.

Як захисний нульовий провідник можуть використовуватися сталеві смуги, алюмінієві оболонки кабелів і звичайні електричні дроти. Галузеві правила забороняють використовувати захисні провідники з нульовою точкою як провідники з нульовою точкою.

Занулення електронагрівальних, охолоджувальних та інших приладів, реєструючі пристроїв та електронних ваг здійснюється за допомогою нульового захисного провідника. Нульові провідники (робочий і захисний) повинні бути належним чином заземлені. У мережах з лінійною напругою 380 В опір заземлювального обладнання, до якого приєднується нульовий провідник, не повинен перевищувати 4 Ом.

Мета заземлення - перетворити струм витoku, що потрапляє в корпус, в однофазне коротке замикання між фазою і нульовим проводом, коли пошкоджене обладнання автоматично відключається від мережі живлення. Для захисту від струмів короткого замикання можна використовувати запобіжники або автоматичні вимикачі з часом спрацювання 5,7 і 1,2 секунди відповідно.

Він повинен бути заземлений так само, як заземлена машина або обладнання. Заземлення повинно забезпечувати безперервність нульового захисного провідника від кожного корпусу електрообладнання до нульової точки джерела живлення.

В електричних мережах з нульовим проводом електрообладнання може бути зануленим, заземленим або одночасно зануленим і заземленим. Підприємствам не дозволяється занулювати тільки частину електрообладнання і заземлювати тільки іншу частину електрообладнання.

Занулення або заземлення пересувних (переносних) машин та обладнання здійснюється за допомогою спеціальних провідників в електричних кабелях. Кабелі, що живлять переносні однофазні електроприймачі (наприклад, магнітофони, електронні ваги), крім фазного і нульового робочих провідників, повинні мати заземлювальний або нульовий захисний провідник.

Якщо машина або пристрій заземлені або занулені, один кінець захисного проводу кабелю приєднується до металевого корпусу струмоприймача, а інший - до найдовшого контакту штепсельної вилки, позначеного символом заземлення. Відповідні захисні контакти штепсельної розетки з'єднуються із заземленням або нульовим контуром.

Таким чином, металева конструкція компонента машини підключається через штепсельний роз'єм до наявної на підприємстві системи заземлення або занулення.

Захист від залишкового струму - це аварійний захист, який автоматично вимикає електрообладнання в разі виникнення небезпечного ураження електричним струмом. Така небезпека може виникнути в наступних ситуаціях

- Замикання фази на корпус електрообладнання,
- Зниження опору ізоляції фази порівняно з ґрунтом
- стрибки напруги в мережі
- дотик людей до струмоведучих частин.

У таких випадках електричні параметри (напруга, струм, опір) в мережі змінюються, що може викликати спрацьовування захисної функції, тобто імпульс на відключення пристрою.

Коли на корпус електроприладу подається напруга, спрацьовує електромагнітне реле, втягується сердечник і відпускається корпус вимикача. Останній під дією пружини відключає пристрій від мережі. Вимоги до захисного вимикання визначені в ГОСТ 12.4.155-85.

### 6.3 Розрахунок та улаштування контуру заземлення сонячної електростанції в м. Жовті води

Проектом передбачено реалізацію зовнішнього контуру заземлення проектованої КТП з круглими сталевими вертикальними електродами діаметром 16 мм довжиною 5,2 м і кроком 3 м. Вертикальні заземлювачі з'єднані з круглим сталевим горизонтальним заземлювачем діаметром 10 мм, прокладеним на глибині 0,7 м. Глибинний заземлювач з'єднується з магістраллю заземлення в двох точках.

Заземлювальне обладнання УКПГ поширене на напругу 6 кВ і 0,4 кВ.

Опір заземлювального контуру підстанції не повинен перевищувати 4 Ом протягом року. Якщо виміряні параметри не відповідають номінальним значенням, необхідно застосувати додаткові електроди і провести контрольні вимірювання. Всі з'єднання повинні бути виконані за допомогою зварювання.

Нейтраль трансформатора на підстанції повинна бути надійно заземлена.

Захист обладнання підстанції від атмосферних перенапруг забезпечується встановленням обмежувача перенапруг 6 кВ на розподільчому пристрої 6 кВ та обмежувача перенапруг 0,4 кВ на розподільчому пристрої 0,4 кВ відповідно.

Всі електромонтажні роботи виконуються відповідно до ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС.

### 6.4 Охорона праці та пожежна безпека на будівельному майданчику

При організації будівельного майданчика та виконанні будівельно-монтажних робіт, описаних у розділі 4, необхідно суворо дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2:2009 "Охорона праці та безпека життєдіяльності в будівництві".



На будівельному майданчику наказом по будівельній організації повинен бути призначений працівник з числа ІТП, на якого покладаються такі обов'язки

- Безпечна експлуатація вантажопідіймальних кранів, механізмів і знімних вантажозахоплювальних пристроїв;

- безпечне проведення робіт підвищеної небезпеки.

- Дотримання вимог пожежної безпеки.

Надаються необхідні приміщення для створення нормальних умов відповідно до норм виробничої санітарії, вирішуються питання електро-, водопостачання та медикаментозних аптечок.

До виконання будівельно-монтажних робіт допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання безпечним методам і прийомам виконання цих робіт, правилам користування засобами індивідуального захисту, інструментом, обладнанням та спецодягом і отримали відповідні посвідчення.

З метою запобігання впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають при виконанні будівельно-монтажних робіт

- групові засоби захисту (риштування, огорожі)

(наприклад, огорожі у високих робочих зонах і шляхах, що ведуть до них).

- Засоби індивідуального захисту (спецодяг, взуття, каски, захисні щитки, окуляри, запобіжні пояси).

Крани, знімні вантажопідіймні пристрої та контейнери повинні обслуговуватися та експлуатуватися відповідно до інструкцій виробника.

Робоча зона повинна бути обладнана стендом зі схемою підйому, діаграмою маси вантажу і знімним вантажозахоплювальним пристроєм.

Всі зібрані елементи опалубки і арматура, що переміщуються краном, повинні бути закріплені двожильним сталебандом або каніреновим канатом.

Стропальник, який утримує кріплення, повинен знаходитися поза контуром вантажу, що переміщується, з протилежного боку від подачі крана.

Робота крана повинна бути припинена, якщо швидкість вітру перевищує допустиму швидкість крана (за паспортом), під час снігопаду, дощу або туману, а також якщо кранівник не в змозі розрізнити сигнал стропальника від сигналу вантажу, що переміщується.

Забороняється виконувати роботи на висоті при швидкості вітру 15 м/с і більше, в ожеледь, під час бурі або туману, а також на відкритих майданчиках, що перешкоджають огляду місця проведення робіт. Роботи з переміщення або зведення конструкцій повинні бути припинені при швидкості вітру 10 м/с і більше, а також у вітряну погоду.

На ділянку, де виконуються будівельно-монтажні роботи (екскаватор), необхідно заборонити проведення інших робіт і доступ сторонніх осіб.

Не дозволяється працювати на різних рівнях по одній вертикалі.

Підняті елементи, такі як панелі опалубки, арматурні вироби та конструкції, не дозволяється залишати під вагою під час перерви в роботі.

Нікому не дозволяється пролазити під опалубними щитами, арматурними виробами або конструктивними елементами до тих пір, поки опалубні щити, арматурні вироби або конструкції не будуть встановлені і закріплені в проектному положенні.

Під час розвантаження та завантаження транспортних засобів забороняється присутність людей, у тому числі водія. Електробезпека на будівельних майданчиках і робочих місцях повинна бути забезпечена відповідно до вимог НПАОП 4.0.1-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів" та ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 "Будівництво". Електробезпека. Загальні вимоги".

Корпуси зварювальних трансформаторів повинні бути заземлені або занулені. Заземлення повинно бути виконано перед підключенням до електромережі і знято після відключення від електромережі. Забороняється використовувати заземлені або занулені мережі, металеві конструкції будівель, телекомунікаційне та технічне обладнання як зворотні провідники.

Усі живлячі електричні кабелі повинні бути ізольовані та відповідати вимогам ДСТУ та ПБЕЕП.

Розташування електрообладнання в робочій зоні повинно бути захищене і позначене знаками безпеки.

Електрообладнання, що живиться від мережі, повинно бути оснащено гнучкими кабелями з вилками та незнімними гнучкими кабелями. Кабель повинен бути захищений від випадкового пошкодження і контакту з гарячими, вологими або масляними поверхнями.

Ніколи:  
Не використовуйте електроінструмент на відкритому повітрі під час дощу або снігу;

- Не залишайте електроінструмент підключеним до електромережі та не передавайте його в руки стороннім особам;  
- Використовуйте електроінструменти з драбини;

- Використовувати електроінструменти з пошкодженими корпусами, шнурами або штепсельними розетками;

- Особи, які працюють з електроінструментами, не повинні самостійно розбирати або ремонтувати інструменти, кабелі, штепсельні з'єднання або інші компоненти;

- Роботи з технічного обслуговування та ремонту повинні виконуватися під час використання електроінструменту.

Роботи з технічного обслуговування та ремонту. Пожежна безпека на робочому місці забезпечується наступними заходами

- Встановлення пожежних щитів з первинними засобами пожежогасіння;

- У житлових приміщеннях будівельників буде встановлено по два вогнегасники на кімнату.

Висновок: Це найважливіший розділ в цій роботі, так як ми відповідаємо за життя людини та за обладнання як повинно все проходити.

Ключова концепція проекту відбувається в інтеграції та використанні

сонячної електростанції (СЕС) у багатоповерховому його житловому комплексі для забезпечення електроенергією. Цей підхід має велику кількість переваг.

Висока рентабельність інвестицій (ROI) ставить генерацію сонячної енергії в

більш вигідному положенні порівняно з іншими видами інвестицій, такими як

нерухомість або банківські депозити, і зазвичай становить 16-18%.

Експлуатаційні витрати низькі, після обслуговування сонячної електростанції потрібно лише 5-7 співробітників, а самі панелі та інвертори не потребують

складного та вартісного обслуговування. Довгий термін служби сонячних

панелей і мережевих інверторів, які виробляються надійними виробниками,

може досягати 25 років і більше, при цьому рівень генерації енергії дає дуже

повно, в середньому на 0,5-0,8% за рік. Швидка окупність інвестицій пов'язана з

сонячною електростанцією, причому інвестиції можуть бути повернуті протягом

5-7 років, залежно від регіону та використаного обладнання. Сонячна енергія є

відновлювальним ресурсом, а фото модулі не утворюють шкідливих речовин, що

робить фотоелектричні системи тихими та невідхідними для екосистеми.

Додатково встановлені сонячні панелі можуть приносити користь сільському

господарству, підвищуючи врожайність тіньовитривалих рослин. На

промислових підприємствах сонячні батареї можуть забезпечити виробництво

електроенергії для внутрішніх потреб і компенсувати збитки від закупівлі

електроенергії вночі через продаж надлишкової енергії.

## Висновок

НУБІП України

У рамках магістерської роботи ми провели розробку та модернізацію фотоелектричної станції в м. Жовті Води. Перший розділ нашої роботи був присвячений обчисленню існуючих зон електропостачання. Основна концепція проекту полягає у впровадженні та модернізації сонячної електростанції (СЕС).

НУБІП України

Такий підхід виявився вкрай перевагами, зокрема:

НУБІП України

**Висока прибутковість:** Генерація електроенергії стає більш вигідною інвестицією порівняно з іншими секторами, такими як нерухомість чи банківські депозити, з рентабельністю інвестицій (ROI) в середньому 16-18%.

НУБІП України

**Низькі експлуатаційні витрати:** Обслуговування сонячної електростанції вимагає лише 5-7 співробітників, і обладнання не потребує складного обслуговування.

НУБІП України

**Довгий термін служби:** Сонячні панелі та інвертори можуть функціонувати протягом 25 років і більше.

НУБІП України

**Швидка окупність:** В залежності від регіону і обладнання інвестиції можна повернути протягом 5-7 років.

НУБІП України

**Екологічність:** Сонячна енергія є відновлювальним ресурсом, а фотомодулі не містять шкідливих речовин.

НУБІП України

У додаток, встановлення додаткових сонячних панелей може бути корисним для сільського господарства, підвищуючи врожайність тіньовитривалих рослин.

НУБІП України

Також, в промислових підприємствах сонячні батареї можуть забезпечити виробництво електроенергії для внутрішніх потреб та компенсувати збитки від закупівлі електроенергії вночі через продаж надлишкової енергії. У другому та

НУБІП України

третьому розділах ми вивчали та вирішували основні проблеми, такі як вибір нових панелей для більшої генерації та інверторів, які зможуть їх підтримувати та ефективно перетворювати енергію. У четвертому розділі ми вже провели

НУБІП України

вимірювання та почали порівнювати модулі JA Solar JAM60S01-300PR, Longi Solar LR5-72HTH-580M, та інвертори Ingecon SUN 3Play 100TL, Ingecon Sun

3Play 160TL, щоб розібратися в економічних аспектах завдання. У п'ятому та шостому розділах ми провели техніко-економічні обчислення для повного розуміння обсягу робіт та кількості людей, їхньої безпеки. Шостий розділ був присвячений повній безпеці праці та правилам поводження з електричним обладнанням.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дипломний проєкт бакалавра на тему: Фотоелектрична станція для електропостачання споживачів міського типу району. Берковського Андрія
2. ПУЕ:2006 - Правила улаштування електроустановок
3. ПТЕЕС - Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 жовтня 2006 р. за № 1143/ТЗ017 Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів
4. НПАОП 4.0.1-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів" та ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 "Будівництво"
5. ДСТУ Б.А.3.1-22:2013 "Визначення тривалості будівництва об'єкта", глава 1, пункт 4.2.3
6. Закон України «Про альтернативні джерела енергії», редакція від 16.07.2015 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/555-15>. – С 1.
7. Носенко Ю. Сучасні сонячні технології / Юрія Носенко // Життєве середовище. - №18(241) – 2012. – С 1.
8. Третьяков О. Охорона праці: навч. посібник / О. В. Третьяков, В. В. Зацарний, В. Л. Безсонний ; ред. К. Н. Ткачук. - К. : Знання, 2010. - 168 с. – Тема 7
9. [Методи і засоби захисту від ураження електричним струмом](https://buklib.net/books/35195/#:~:text=%D0%97%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B5%20%D0%B7%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%2C%20%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%96%20%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F,%D1%97%D1%97%20%D0%B5%D0%BA%D0%B2%D1%96%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BC%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%85%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%20%D0%B5%D0%BB%D)

[0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B%D1%8F](https://vencon.ua/products/ja-solar-jam60s01-300pr-poly)

10.Компанія << Венкон>> <https://vencon.ua/products/ja-solar-jam60s01-300pr-poly>

11.ГОСТ 12.1.030-81 "ССБП. Электробезпека. Захисне заземлення, занулення" зі змінами, внесеними в 1987 році.

12.ГОСТ 12.4.155-85

13.Проектування систем електропостачання / В.В. Козирський, С. С. Макаревич, А. В. Петренко – К.: НП "КОМПРИНТ", 2015 – 590 с.

14.Петренко А.В. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з дисципліни "Малі електричні станції"/А.В. Петренко// К.: ЦП "КОМПРИНТ", 2016. – 98 с.

15. ДСТУ 13109-97 та ДСТУ EN 5016 0 :2014 Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення

16. ДБН А. 3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві"

17.Електроенергетика України.

[URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8)

18. ДСТУ Б А. 3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків»

19. Закон України «Про ринок електричної енергії».

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>.