

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Обойшева Михайла Альбертовича  
(ПІБ)

академічної групи 141-17СК-1  
(шифр)

напряму 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_  
(офіційна назва)

на тему Обґрунтування доцільності децентралізованого електропостачання  
промислового підприємства понаячними електростанціями  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<u>Лисенко О.Г.</u>			
розділів:	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Вступ:	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Технічний	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Спеціальний	<u>Лисенко О.Г.</u>			
Економічний	<u>Дементьева Н.В.</u>			
Охорона праці	<u>Стовбченко О.В.</u>			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	<u>Олішевський Г.С.</u>			
----------------	-------------------------	--	--	--

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
систем електропостачання

(повна назва)  
\_\_\_\_\_ Випанасенко С.І. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню Бакалавра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Обойшеву М.А. \_\_\_\_\_ академічної групи \_\_\_\_\_ 141-17СК-1 \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (шифр)

напряму 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_

(офіційна назва)

на тему Обґрунтування доцільності децентралізованого електропостачання  
промислового підприємства понячними електростанціями,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_  
№ 626-л \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступ	Виконати аналіз поточного режиму роботи ... визначити проблеми експлуатації електрообладнання.	15.05.20
Технічний розділ	Характеристика об'єкту, обґрунтований вибір основного електрообладнання ...	25.05.20
Спеціальний розділ	Виконати розрахунок основного електрообладнання	31.05.20
Економічний	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності проекту.	05.06.20
Охорона праці	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	10.06.20

Завдання видано \_\_\_\_\_ Лисенко О.Г. \_\_\_\_\_  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 26.04.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## Реферат

Пояснювальна записка: 88 с., 10 рис., 12 табл., 2 додатка, 18 джерел.

**СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА, ЕКОГІЧНІСТЬ, СУЧАСНІСТЬ, ДОЦІЛЬНІСТЬ**

Об'єкт розроблення: сонячна електростанція потужністю 15 МВт.

Мета дипломного проекту: обґрунтування доцільності децентралізованого електропостачання сонячними електростанціями.

В дипломному проекті було спроектовано сонячну електростанцію 15 МВт обрано сучасне обладнання провідних виробників.

Вступна частина описує актуальність будівництва СЕС та прогноз на розвиток сонячної енергетики. Коротка характеристика об'єкта : розміщення, комплектація.

Технічний розділ показує повний опис сонячної електростанції. В цьому розділі визначається інформація щодо підприємства, яке буде використовувати сонячну електроенергію на особисті потреби. Обґрунтований вибір електрообладнання.

В спеціальному розділі виконані розрахунки електрообладнання:, а саме вибір типу і параметрів ФЕМ, інверторів, розрахунок параметрів та схеми з'єднань стрінгів, визначена оптимальна кількість модулів в ланцюгу з врахуванням МРР трекера інвертора, розраховані струми КЗ, вибрано комутуюче обладнання.

Було проаналізовано шкідливі та небезпечні чинники для навколишнього середовища в розділі «Охорона праці». Здійснена перевірка захисного заземлення головних вузлів згідно розрахунків і норм для КТП 35/0,4 кВ, РП-35 кВ, інверторів.

В економічному розділі було розраховано капітальні витрати на побудову СЕС і на обладнання якості та експлуатаційні витрати.

В цілому проект включає повну розробку СЕС, проектування і розрахунок, що стосується вибору апаратури, висновки щодо доцільності використання СЕС в якості децентралізованої електростанції, заходи з охорони праці та техніко-економічний розрахунок.

## Зміст

Вступ.....	5
 Розділ 1 – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Коротка характеристика об'єкта, дані про проектну потужність об'єкта.....	9
1.2 Коротка характеристика району і площадки будівництва.....	9
1.3 Планування, забудова і організація рельєфу площадки.....	10
1.4 Інформація щодо підприємства, яке буде використовувати генеровану електроенергію для власних потреб.....	11
 Розділ 2 – СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Вибір типу і параметрів фотоелектричних модулів (ФЕМ) до встановлення на ФЕС.....	14
2.2 Вибір кількості та параметрів інверторного обладнання для покриття потужності фотоелектричної станції.....	22
2.3 Розрахунок параметрів та схеми з'єднань стрінгів ФЕМ для підключення до інверторів.....	24
2.3.1 Максимальний струм в ланцюгу.....	24
2.3.2 Максимальна напруга в ланцюгу.....	24
2.3.3 Розрахунок мінімальної кількості модулів у ланцюгу з врахуванням допустимої пускової напруги інвертора.....	25
2.3.4 Визначення допустимої кількості модулів в ланцюгу з врахуванням MPP трекера інвертора.....	26
2.3.5 Перевірка сумарної кількості сонячних модулів з врахуванням номінальної потужності інвертора.....	27

2.3.6	Визначення конструктивних параметрів «окремого» стола ФЕМ.....	27
2.3.7	Визначення місця розташування інвертора.....	30
2.4	Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму .....	31
2.4.1	Визначення сумарних втрат потужності в мережі постійного струму.....	31
2.5	Визначення загальної кількості фотоелектричних модулів з урахуванням втрат потужності в мережі постійного струму та інвертора.....	32
2.6	Вибір номінальної потужності та кількості силових підвищувальних трансформаторів.....	33
2.7	Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ.....	34
2.8	Розрахунок струмів КЗ в мережах 0,4-35 кВ.....	38
2.8.1	Мережа 35 кВ.....	39
2.8.2	Мережі 0,4 кВ.....	41
2.9	Вибір параметрів комутаційної захисної апаратури в мережі 0,4 кВ.....	45
2.9.1	Вибір запобіжника.....	45
2.9.2	Вибір ввідних вимикачів на стороні $U_{ном}=0,4$ кВ КТП.....	46
2.10	Вибір параметрів кабельних ліній 6-35 кВ .....	47
2.11	Вибір комутаційного обладнання 6-35 кВ для видачі потужності в мережу.....	51
2.12	Розрахунок продуктивності ФЕС.....	53
2.13	Розрахунок можливого акумулюючого обладнання підприємства.....	55
2.14	Розрахунок вартості кабелю між підприємством та джерелом електроенергії...56	
Розділ 3 – ОХОРОНА ПРАЦІ		
3.1	Аналіз небезпечних та шкідливих чинників на будівництві СЕС.....	58
3.2	Інженерно-технічні заходи щодо охорони праці.....	59
3.3	Пожежна безпека.....	61
3.4	Розрахунок заземлення.....	64

## Розділ 4 – ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

4.1 Вступ.....	69
4.2 Розрахунок капітальних витрат .....	70
4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	77
4.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	77
4.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	79
4.3.3 Єдиний соціальний внесок.....	81
4.3.4 Втрати на технічне обслуговування й поточний ремонт.....	81
4.3.5 Розрахунок вартості спожитої електроенергії.....	82
4.3.6 Визначення інших витрат.....	84
4.4. Визначення економічних показників проекту.....	84
4.5 Висновки.....	85
Загальний висновок проекту.....	86
Перелік посилань.....	87
Додаток А.....	89
Додаток Б.....	90

## Вступ

### Інноваційні рішення і комплексний підхід до потребам клієнта в сфері електрозабезпечення та енергетики

Сонячні електростанції використовують енергію сонячного випромінювання для генерації електричного струму для власного використання і продажу в електромережі. Оскільки сонячна енергетика використовує відновлювальні джерела, законодавство України гарантує покупку всієї енергії за зеленим тарифом, що в перспективі означає повну окупність вкладень.

Зелений тариф - спеціальна ставка, по якій держава в образі підприємства "Енергоринок" купує в юридичних і фізичних осіб електроенергію, виробленої із застосуванням відновлених джерел енергії - сонця, вітру, біомаси і води (невеликі ГЕС). Для використання зеленого тарифу необхідний спеціальний порядок дій і права на додаткову закупку усього необхідного устаткування, однією з умов є те, що потрібно відкрити банківський рахунок зі зверненням в компанію, що дає електроенергію. В кінці ви складаєте договір купівлі-продажі. Важливими пунктами законодавства є положення про те, що виробники енергії з відновлювальних джерел енергії мають право на:

- гарантоване підключення до існуючих енергетичних мереж;
- гарантоване придбання енергопостачальними організаціями всієї енергії, виробленої з відновлювальних джерел;
- незмінність тарифів, за якими купується енергія протягом їх дії

На сьогоднішній день завдяки електротехнічному прогресу можна спроектувати СЕС будь-якої складності. Професійний підхід до будівництва електростанції забезпечить швидке будівництво і запуск СЕС, в тому числі, великої потужності.

Переваги:

- доступність (кожна частина Землі освітлюється сонцем);
- висока екологічність (при експлуатації відсутні відходи);
- відсутність шуму;

- велика область використання (можуть використовуватись як, дахові СЕС, так і наземні);
- нові технології (з кожним роком іде удосконалення батареї, модернізація).

#### Недоліки:

- велика відносна вартість;
- сонячне світло – непостійна одиниця (ККД батареї знижується в ночі і похмуру погоду).

При розробці проекту, виконавець візьме на себе:

- Розробку ТЕО і проектної документації;
- Поставку обладнання;
- Будівельно-монтажні роботи;
- Підключення побудованої СЕП до мережі;
- Оформлення членства в ОРЕ та затвердження зеленого тарифу.

Щоб купити сонячну електростанцію варто розуміти обсяг інвестицій, які становлять близько 1 млн. у.о. на 1 МВт потужності. Компанія продає готові рішення для бізнесу, адже СЕП потужністю 2 МВт вже сьогодні приносить прибуток близько 12 млн. грн на рік. Термін зведення такої СЕП не перевищує 4 місяці.

### **Проектування сонячної електростанції**

При розробці проекту інженери компанії враховують:

- площу, яка буде відведена для монтажу станції - відокремлені території використовуються найбільш ефективно з урахуванням рельєфу ділянки і нахилу сонячних панелей до горизонту;
- віддаленість СЕП від електромереж і споживачів;
- можливість використання готових рішень, які застосовувалися раніше.



## **Розрахунок сонячної електростанції**

Перед початком проектно-вишукувальних робіт інженери проводять розрахунок СЕП. На цьому етапі визначається її необхідна потужність. У ряді випадків СЕП будується з запасом потужності для компенсації власного енергоспоживання.

Розрахунок виконується як в рамках проектно-вишукувальних робіт, так і окремою послугою. Оцінка проводиться тільки після виїзду фахівців на об'єкт.

## **Сонячні електростанції для промислових об'єктів**

На промислових об'єктах власне вироблення електроенергії має низку переваг:

- істотне скорочення витрат - рахунок за електрику значно зменшується;
- повна незалежність від електромереж - якщо відбудеться збій централізованого електропостачання, автономна СЕС продовжить працювати;
- можливість продажу надлишків - не використану потужність легко збути в загальні електромережі за зеленим тарифом.

### **Загальний висновок проекту**

За останні роки стрімко розвивалася сонячна енергетика, цим самим виросла тенденція на будівництво сонячних електростанцій. Це пояснюється екологічністю та швидкою окупністю. Також перевагою є довгий термін служби та мінімальне обслуговування.

Метою дипломного проекту було обґрунтування доцільності децентралізованого електропостачання промислового підприємства сонячними електростанціями в тому числі і проектування її самої. В проектуванні враховувалось місце розташування, клімат, ґрунт та заплановану потужність. Опираючись на ці показники було обрано і розраховано електрообладнання.

На промислових об'єктах власне вироблення електроенергії має низку переваг:

- істотне скорочення витрат - рахунок за електрику значно зменшується;
- повна незалежність від електромереж - якщо відбудеться збій централізованого електропостачання, автономна СЕС продовжить працювати;
- можливість продажу надлишків - не використану потужність легко збути в загальні електромережі за зеленим тарифом.

На початку дипломного проекту було вирішено спроектувати «мережеву» електростанцію з умовою, що підприємець (споживач), буде знаходитись поблизу. СЕС віддаватиме в мережу електроенергію по «зеленому тарифу», яку буде приймати ДП «Гарантований покупець», а підприємець отримує екологічно чисту електроенергію, гарантовано одержуючи менше втрат електроенергії, тим самим підвищить ефективність енергосистеми в цілому, як наслідок – отримує високу якість електроенергії.

Якщо резумуючи обґрунтувати доцільність цього рішення, то можна зробити висновок, що це доцільно з боку енергосистеми та найбільш економічно вигідніше, ніж встановлювати акумулююче обладнання та житись лише децентралізовано.

Для більш детального ознайомлення з матеріалами кваліфікаційної роботи звертайтеся до заступника завідуючого кафедри електроенергетики