

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

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Мирошніченка Якіма Олександровича

(ПІБ)

академічної групи 141-16-1

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Вибір основного електротехнічного обладнання фотоелектричної станції потужністю 2 МВт

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Рухлова Н.Ю			
розділів:	Рухлова Н.Ю			
Технічний	Рухлова Н.Ю			
Спеціальний	Рухлова Н.Ю			
Економічний	<u>Дементьева</u> <u>Н.В.</u>			
Охорона праці	<u>Стовбченко</u> <u>О.В.</u>			
Рецензент				
Нормоконтролер	<u>Олішевський Г.С.</u>			

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

Рогоза М.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу**

**ступеню бакалавра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Мирошніченку Я.О. академічної групи 141-16-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Вибір основного електротехнічного обладнання фотоелектричної станції потужністю 2 МВт

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
Вступ	Виконати аналіз електротехнічного обладнання необхідного до встановлення на сонячній електростанції	12.05.2020
Технічний	Характеристики об'єкту розробки, визначити основне електротехнічне обладнання	28.05.2020
Спеціальний	Виконати розрахунок основного електрообладнання	30.05.2020
Економічний	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності проекту.	12.06.2020
Охорона праці	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	11.06.2020

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Рухлова Н.Ю

(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

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

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

(прізвище, ініціали)

## Реферат

Пояснювальна записка: 73с., 5 рис., 12 табл., 2 додатка, 15 джерел.

**СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ, ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, СУЧАСНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІСТЬ.**

Об'єкт розроблення: сонячна електростанція потужністю 2 МВт.

Мета дипломної проекту: вибір основного електротехнічного обладнання фотоелектричної станції потужністю 2 МВт.

В дипломному проекті було спроектовано сонячну електростанцію потужністю 2 МВт з сучасним електротехнічним обладнанням провідних виробників світу.

Вступна частина описує актуальність будівництва відновлювальних джерел енергії та основні принципи роботи сонячної електростанцій.

У технологічному розділі були наведені характеристики СЕС та електротехнічні рішення проекту. Також вибір сучасного обладнання релейного захисту та системи моніторингу.

В спеціальному розділі виконані розрахунки основного електрообладнання для сонячної електростанції, а саме вибір типу і параметрів ФЕМ, інверторів, схеми з'єднання панелей у стрінг, обране обладнання для КТП, розраховані струми КЗ.

В розділі «Охорона праці» проаналізовано небезпечні та шкідливі чинники для навколишнього середовища та людини. Згідно з розрахунків та норм здійснена перевірка захисного заземлення головних вузлів КТП та інверторів.

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

Загалом проект містить повну розробку сонячної електростанції, розрахунок і проектування основного електротехнічного обладнання, заходи з охорони праці та техніко-економічний розрахунок.

## ЗМІСТ

Список умовних скорочень .....	5
Вступ .....	6
Розділ 1 – Технологічний розділ .....	7
1.1 Характеристики СЕС .....	8
1.2 Електротехнічні рішення .....	8
1.3 Релейний захист та автоматика .....	9
1.3.1 Захист інвертора .....	9
1.3.2 Захист мереж 10 кВ змінного струму .....	10
1.4 Система моніторингу параметрів сонячної електростанції .....	11
Розділ 2 – Спеціальний розділ.....	13
2.1 Вибір фотоелектричних модулів .....	14
2.2 Вибір параметрів інверторного обладнання .....	17
2.3 Розрахунок параметрів та схеми з'єднань стрінгів ФЕМ для підключення до інверторів .....	18
2.3.1 Максимальний струм в ланцюгу .....	19
2.3.2 Максимальна напруга в ланцюгу .....	20
2.3.3 Розрахунок мінімальної кількості модулів в ланцюгу .....	21
2.3.4 Визначення оптимальної кількості модулів в ланцюгу з врахуванням МРРТ трекера інвертора .....	22
2.3.5 Перевірка сумарної кількості сонячних модулів з врахуванням номінальної потужності інвертора .....	23
2.3.6 Визначення місця розташування інвертора .....	23
2.4 Вибір кабельних ліній в мережі постійного струму .....	24
2.5 Визначення загальної кількості фотоелектричних модулів .....	26
2.6 Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ.....	27
2.7 Вибір обладнання КТП.....	29
2.8 Вибір параметрів кабельних ліній 10 кВ.....	33
2.9 Вибір комутаційного обладнання 10 кВ для видачі потужності в мережу.....	36

	4
2.10 Розрахунок струмів КЗ в мережах 0,4-10 кВ.....	37
2.10.1 Мережа 10 кВ.....	38
2.10.2 Мережа 0,4 кВ.....	40
2.11 Розрахунок продуктивності СЕС.....	46
Розділ 3 – Охорона праці.....	48
3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників.....	49
3.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	49
3.3 Пожежна безпека.....	51
3.4 Розрахунок захисного заземлення.....	52
Розділ 4 – Економічний розділ.....	55
4.1 Вступ.....	56
4.2 Розрахунок капітальних витрат .....	56
4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	61
4.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	62
4.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	63
4.3.3 Єдиний соціальний внесок.....	65
4.3.4 Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж.....	65
4.3.5 Розрахунок вартості витрат електроенергії .....	66
4.3.6 Визначення інших витрат.....	68
4.4 Висновки.....	68
Висновки .....	69
Перелік посилань.....	70
Додаток А.....	72
Додаток Б.....	73

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВН – висока напруга;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСТУ – державний стандарт України;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

КЛ – кабельна лінія;

КТП – комплектна трансформаторна підстанція;

МП – мікропроцесорний пристрій;

НН – низька напруга;

ОЗЗ – однофазне замикання на землю;

ОПН – обмежувач перенапруги;

ПС – підстанція;

РП – розподільчий пункт;

СЕС – сонячна електростанція;

ТМГ – трифазний масляний герметичний;

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

ФЕС – фотоелектрична станція;

ФЕМ – фотоелектричний модуль.

## ВСТУП

В сучасному світі одним з найбільш перспективних напрямів розвитку енергетики є застосування відновлюваних джерел енергії, так як знімає ряд проблем, що пов'язані з використанням традиційних палив. Враховуючи на проблеми глобального потепління та забруднення довкілля, все більше людей надають перевагу екологічно чистим, відновлюваним джерелам енергії.

Сонячна електростанція (СЕС) - це швидко прогресуюча область екологічно чистого виробництва енергії. Інтерес до СЕС обумовлений постійним удосконаленням технологій використання сонячного світла, здешевленням її собівартості. Це сприяє зниженню ціни на вироблену електроенергію та зменшення термінів окупності проектів. В даний час в багатьох країнах (в тому числі і в Україні) йде процес до зрівнювання вартості «сонячних» та «традиційних» кВт / год. За прогнозами фахівців, збільшення прибутку від будівництва СЕС (як промислових, так і приватних) стане каталізатором, який призведе до зростання кількості електростанцій такого типу.

Головний елемент сонячної електростанції - сонячні панелі (модулі). Вони перетворюють енергію світла в електроенергію. За будовою сонячні модулі бувають кристалічні і тонкоплівкові. В основі технології виробництва кристалічного типу лежать кристали кремнію. За їх формі і типу розташування розрізняють монокристалічні і полікристалічні сонячні панелі. Найбільше ККД досягається при прямому потрапляння сонячних променів на панель.

«Мозком» сонячної електростанції вважається інверторная система (інвертор). Вона відповідає за ефективний прийом постійного струму, що виробляється сонячними модулями, і за якісне перетворення його в змінний струм. При наявності трансформатора може збільшити напругу до необхідного значення для передачі електроенергії в центральні мережі з мінімальними втратами. Всі операції зміни електроенергії контролює система моніторингу.

## ВИСНОВКИ

Сонячна енергетика за останні роки стрімко розвивалася, тим самим будівництво сонячних електростанцій збільшилось в рази. Це обумовлено екологічністю та достатньо швидкій окупності та немало важливий фактор довгий термін служби та мінімальне обслуговування продовж експлуатації.

Метою дипломного проекту був вибір основного електротехнічного обладнання фотоелектричної станції потужністю 2 МВт. Для проектування СЕС було враховано місце розташування, ґрунт, клімат та потужність самої станції. Враховуючи ці показники, було розраховано та обрано електрообладнання.

Для забезпечення надійності та нормальної роботи сонячної електростанції були проведені всі необхідні розрахунки та обрано електротехнічне обладнання від провідних виробників світу. Сучасні мікропроцесорні пристрої контролюють увесь процес роботи електростанції та надають всю необхідну інформацію через мережу інтернет.

Отже, безпеку та якість електротехнічного обладнання важливо забезпечувати при проектуванні. Проект безпосередньо показує розрахунок основних завдань сонячної електростанції.

Для більш детального ознайомлення з матеріалами кваліфікаційної роботи звертайтеся до заступника завідуючого кафедри електроенергетики проф. Луценко І.М.

Електронна адреса [lutsenko.i.m@nmu.one](mailto:lutsenko.i.m@nmu.one)