

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

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(інститут)

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ

(факультет)

Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

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

Студента Марченко Іллі Олександровича

(ПІБ)

академічної групи 141-19ск-1

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup>

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему: Обґрунтування вибору основного обладнання та розрахунок фотоелектричної станції потужністю 2 МВт

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи:	Кириченко М.С.			
Розділів:				
Технологічний:	Кириченко М.С.			
Спеціальний:	Кириченко М.С.			
Економічний:	Тимошенко Л.В.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро  
2022

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

Папайка Ю.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » Червня 2022 року

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

студенту Марченко Іллі Олександровичу академічної групи 141-19ск-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему Обґрунтування вибору основного обладнання та розрахунок фотоелектричної станції потужністю 2 МВт

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 26.04.2022 р. № 217-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Виконати аналіз сучасного стану сонячної енергетики. Навести коротку характеристику про об'єкт проектування	03.05.22
Спеціальний	Виконати обґрунтований вибір елементів основного обладнання та розрахунок фотоелектричної станції потужністю 2 МВт	23.05.22
Охорона праці	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	03.06.22
Економічний	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати	13.06.22

**Завдання видано**

\_\_\_\_\_ (підпис керівника)

Кириченко М.С.

(прізвище, ініціали)

**Дата видачі** 26.04.2022

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

**Прийнято до виконання**

\_\_\_\_\_ (підпис студента)

Марченко І.О.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 94 стор., 13 рис., 10 табл., 1 додатка, 29 джерел.

СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ, СОНЯЧНА БАТАРЕЯ, ІНВЕРТОР,  
ФОТОЕЛЕКТРИЧНА СТАНЦІЯ, ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ.

Об'єкт дипломного проекту – фотоелектрична станція потужністю 2 МВт.

Мета дипломного проекту – розрахунок і вибір основного електротехнічного обладнання для фотоелектричної станції потужністю 2 МВт.

В технологічному розділі приведено аналіз сучасного стану сонячної енергетики в Україні та світі та переваги будівництва електростанцій на відновлювальних джерелах електричної енергії над традиційними. Приведено список документації необхідної для будівництва ФЕС, а також наведено коротку характеристику місцевості.

В спеціальному розділі виконано розрахунки електричного обладнання і його вибір для проектування фотоелектричної станції.

Економічне обґрунтування проекту виконано шляхом розрахунків капітальних і експлуатаційних витрат на реалізацію проекту, а також визначені фонд заробітної плати персоналу.

Щодо охорони праці, обґрунтовані заходи безпеки при експлуатації об'єкту фотоелектричної станції потужністю 2 МВт.

Розроблене технічне рішення може бути реалізовано при проектуванні фотоелектричних станцій.

## ЗМІСТ

Список умовних скорочень .....	7
Розділ 1 – Технологічний розділ .....	8
1.1 Сучасний розвиток енергетики в Україні та світі .....	9
1.2 Порядок будівництва та введення у роботу ФЕС в Україні.....	12
1.3 Коротка характеристика про об’єкт проектування.....	15
Розділ 2 – Спеціальний розділ.....	18
2.1 Вибір фотоелектричних модулів .....	19
2.2 Розрахунок приведених експлуатаційних параметрів ФЕМ.....	20
2.3 Вибір кількості та параметрів інверторного обладнання для покриття потужності фотоелектричної станції .....	22
2.3.1 Потужність інвертора і сонячних батарей.....	23
2.3.2 Потужність по постійному струму DC .....	24
2.3.3 Технічні характеристики інвертора .....	25
2.3.4 Відповідність потужності сонячних панелей.....	26
2.4 Розрахунок параметрів та схеми з’єднань стрінгів ФЕМ для підключення до інверторів .....	27
2.5 Розрахунок мінімальної кількості панелей в колі з урахуванням допустимої пускової напруги інвертора .....	28
2.6 Визначення конструктивних параметрів окремого «стола» ФЕМ .....	33
2.7 Визначення місця розташування інвертора.....	35
2.8 Визначення сумарних втрат потужності в мережі постійного струму...	35
2.9 Визначення загальної кількості фотоелектричних модулів з урахуванням втрат потужності в мережі постійного струму та інверторах.	36

2.10 Вибір обладнання КТП .....	37
2.10.1 Вибір роз'єднувача запобіжників .....	38
2.10.2 Вибір запобіжника .....	39
2.10.3 Вибір автоматичного вимикача .....	40
2.11 Вибір параметрів кабельних ліній 10 кВ.....	41
2.12 Вибір комутаційного обладнання 10 кВ для видачі потужності в мережу.....	44
2.13 Розрахунок струмів КЗ в мережах 0,4-10 кВ.....	45
2.13.1 Мережа 10 кВ.....	46
2.13.2 Мережа 0,4 кВ.....	48
2.14 Розрахунок продуктивності СЕС.....	62
Розділ 3 – Охорона праці.....	68
3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників.....	69
3.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	69
3.3 Пожежна безпека.....	71
3.4 Розрахунок захисного заземлення.....	72
Розділ 4 – Економічний розділ.....	75
4.1 Вступ.....	76
4.2 Розрахунок капітальних витрат .....	77
4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	83
4.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	84
4.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	85
4.3.3 Єдиний соціальний внесок.....	87
4.3.4 Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж.....	87
4.3.5 Розрахунок вартості витрат електроенергії .....	88
4.3.6 Визначення інших витрат.....	90
4.4 Висновки.....	90

Висновки .....	91
Перелік посилань.....	92
Додаток А.....	94

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ФЕС – фотоелектрична станція;

ФЕМ – фотоелектричний модуль.

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

СЕС – сонячна електростанція;

ВН – висока напруга;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСТУ – державний стандарт України;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

КЛ – кабельна лінія;

КТП – комплектна трансформаторна підстанція;

НН – низька напруга;

ОПН – обмежувач перенапруги;

ПС – підстанція;

РП – розподільчий пункт;

ТМГ – трифазний масляний герметичний трансформатор.

## 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, а також розраховано та обрано електрообладнання.

Для забезпечення надійності та нормальної роботи сонячної електростанції були проведені всі необхідні розрахунки та обране електротехнічне обладнання від провідних виробників світу.

В економічному розділі було розраховано витрати, необхідні на придбання, транспортування та монтаж електрообладнання. Було визначено фінансові витрати на будівництво і обслуговування ФЕС, розраховано заробітну плату працівникам, а також капітальні та експлуатаційні витрати.

У розділі охорони праці було проаналізовано небезпечні та шкідливі чинники, представлено інженерно-технічні заходи для безпечної роботи ФЕС, а також передбачено міри протипожежної безпеки, розраховано захисне заземлення.

Таким чином, можна зробити висновок, що фотоелектрична станція відповідає нормам і ДСТУ, а розроблений проект є доцільним для впровадження.

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)