

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

Навчально-науковий Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний

(факультет)

Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Вашенка Єгора Андрійовича

(ПІБ)

академічної групи 141М-19-3

(шифр)

спеціальності 141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

(офіційна назва)

на тему

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Луценко І.М.			
розділів:	Луценко І.М.			
Технологічний розділ	Луценко І.М.			
Спеціальний розділ				
Економічний розділ	Тимошенко Л.В.			
Рецензент	Топал М.А.			
Нормоконтролер	Олішевський Г.С			

Дніпро
2020

завідувач кафедри

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Завідувач кафедри

Електроенергетики

(повна назва)

Папайка Ю.А.

(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

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

Студенту Вашенку Є.А. академічної групи 141М-19-3
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
(офіційна назва)

на тему Розробка електричної частини сонячної станції з двосторонніми
фотоелектричними модулями

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Вступна частина</i>	Провести огляд ринку біфокальних ФЕМ, їх порівняння з іншими видами фотоелектричних модулів та перспективи використання в Україні	12.10.20 – 01.11.20
<i>Основна частина</i>	Розрахунок основних електричних параметрів СЕС, вибір та розстановка обладнання, проведення розрахунку електричної генерації	02.11.20-29.11.20
<i>Економічний</i>	Виконати техніко-економічні розрахунки доцільності використання обраного виду ФЕМ на СЕС	30.11.20-13.12.20

Завдання видано _____ Луценко І.М.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 15.10.2020 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 17.12.2020

Прийнято до виконання _____ Вашенко Є.А.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 100 сторінок, 27 таблиць, 33 рисунки, 43 джерела, 4 додатки.

Ключові слова: фотоелектрична станція, сонячна станція, двосторонні ФЕМ, вибір основного обладнання СЕС, точка підключення, система телемеханіки, система моніторингу, АСКОЕ, розрахунок КЗ.

Мета кваліфікаційної роботи: провести розрахунок електричної частини СЕС з використання двосторонніх ФЕМ та зробити оцінку доцільності використання технології

У вступі приводиться короткий опис актуальності використання технології двосторонніх ФЕМ.

У технологічному розділі розглядаються загальні тренди світової та української сонячної енергетики, основні технології будівництва ФЕМ.

У спеціальному розділі проводиться розрахунок та вибір основного та допоміжного обладнання СЕС, розрахунок режиму короткого замикання та рівня загальорічної генерації електроенергії

У економічному розділі проводиться техніко-економічне обґрунтування доцільності використання двосторонніх ФЕМ при різних режимах роботи у порівнянні з аналогічним одностороннім варіантом.

Результати роботи: за результатами розрахунків підтвержені переваги використання двосторонніх фотоелектричних ФЕМ над класичним варіантом у плані окупності та прибутковості при однаковій номінальній потужності.

Abstract

Explanatory note: 97 pages, 27 tables, 33 figures, 43 sources, 4 appendices.

Keywords: photovoltaic station, solar station, bifacial solar panels, selection of the main equipment of solar plant, connection point, telemechanics system, monitoring system, ASKOE, short circuit calculation.

The purpose of the qualification work: to calculate the electrical part of the solar plant for the use of bifacial solar panels and to assess the feasibility of using the technology

The introduction provides a brief description of the relevance of using the technology of bifacial solar panels.

The technological section considers the general trends of world and Ukrainian solar energy, the main technologies of bifacial solar panels construction.

In a special section, the calculation and selection of the main and auxiliary equipment of the solar plant, the calculation of the short-circuit mode and the level of annual electricity generation

In the economic section the feasibility study is carried out expediency of use of bifacial solar panels at various operating modes in comparison with similar unilateral variant.

The results of the work: according to the results of calculations, the advantages of using bifacial solar panels over the classical variant in terms of payback and profitability at the same nominal power are confirmed.

ЗМІСТ

		Стор.
	Вступ	7
1	Технологічний розділ	
1.1	Сучасний стан розвитку сонячної енергетики в Україні і світі	8
1.2	Аналіз сучасних технологій виготовлення фотоелектричних модулів	13
1.3	Перспективні технології застосування ФЕМ з підвищеним ККД	17
1.4	Технічне завдання на проектування ФЕС з двосторонніми ФЕМ	20
1.5	Типова структура мережевих фотоелектричних наземних станцій	21
1.6	Висновки та постановка задач щодо розробки проекту електричної частини ФЕС з двосторонніми ФЕМ	22
2	Спеціальний розділ	
2.1	Вибір типу і параметрів фотоелектричних модулів (ФЕМ) до встановлення на ФЕС	24
2.2	Розрахунок приведених експлуатаційних параметрів ФЕМ	26
2.3	Вибір інверторів, Розрахунок параметрів та схеми з'єднань стрінгів ФЕМ для підключення до інверторів	30
2.4	Розрахунок кількості ФЕМ та максимальної панельної потужності станції.	35
2.5	Визначення конструктивних параметрів окремого «стола» ФЕМ та виконання розстановки поля ФЕМ	36
2.6	Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму	39
2.7	Вибір параметрів кабельних ліній напругою до 1 кВ	41
2.8	Вибір номінальної потужності та кількості силових підвищувальних трансформаторів	43

2.9	Вибір точки підключення СЕС та параметрів лінії електропередач напругою вище 1 кВ	44
2.10	Розрахунок струмів КЗ в мережах до та вище 1 кВ	48
2.12	Вибір комутаційного обладнання для видачі потужності в мережу, обладнання КТП, вибір захисного обладнання	51
2.13	Перелік додаткових систем для роботи СЕС	60
2.14	Електропостачання власних потреб	62
2.15	2.17. Розрахунок продуктивності ФЕС	64
3	Економічний розділ	72
3.1	Вступ.	
3.2	Розрахунок капітальних інвестицій	74
3.3	Розрахунок експлуатаційних витрат	78
3.4	Визначення річної економії від впровадження науково-технічного рішення	85
3.5	Визначення та аналіз показників економічної ефективності	85
	Висновки за розділами	87

Вступ

Головним трендом сонячної енергетики є постійне зниження питомої вартості потужності ФЕМ. Це зумовлене веденням постійної наукової роботи з удосконалення процесів виробництва фотоелектричних модулів, а також впровадження нових технологій, здатних підвищити одиничну потужність ФЕМ. При цьому у останні роки відвищення питомого ККД ФЕМ значно загальмувалось з причини досягнення плато у відношенні доцільність впровадження нових технологій – вартість виробництва одиниці продукції.

З цієї причини в останній час стрімкий ріст отримала технологія двосторонніх ФЕМ, що за допомогою технологічного рішення генерації електроенергії від розсіяного світла під столом фотомодулів може підвищити рівень загальної генерації СЕС до 30%

У даному дипломному проекті запропоновано рішення використання двосторонніх ФЕМ при будівництві СЕС встановленою потужністю 0,99 МВт, що включає в себе технічний та економічний розрахунки, а також аналіз доцільності впровадження такої технології

Загальні висновки

У кваліфікаційній роботі був проведений розрахунок СЕС з використанням двосторонніх фотоелектричних модулів.

Були розраховані технічні параметри СЕС та обране основне електротехнічне обладнання. Проведений вибір кабельно-провідникової продукції, обладнання релейного захисту, моніторингу, телемеханіки та системи АСКОЕ . У програмному середовищі Pvsyst за результатами проведених розрахунків було виконане моделювання роботи електростанції з біфокальними ФЕМ у максимальному та мінімальному режимі приросту додаткової потужності, також був змодельований порівняльний варіант генерації СЕС з використання односторонніх ФЕМ. Отриманий додатковий приріст потужності склав від 6 до 6,8%.

У економічному розділі були підаровані капітальні витрати, витрати на експлуатацію, а також прибутковість кожного прийнятого варіанту електростанції. За отриманими розрахунками капітальні витрати для СЕС з двосторонніми ФЕМ зростають на 3,1%. При цьому термін окупності для режимів мінімальної та максимальної генерації електроенергії скорочується по відношенню до класичного варіанту на 0,32 та 0,27 років відповідно.

Таким чином можна зробити висновки, що використання ФЕМ з двосторонніми панелями на сучасних сонячних електростанціях є більш вигідним варіантом вкладення коштів у відновлювану енергетику. Це підтверджує як технічний, так і економічний розділи кваліфікаційної роботи.

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