

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЙ ТА ТРАНСПОРТУ
(назва факультету)

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ І ФІЗИКИ
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра
другого (магістерського) рівня вищої освіти
(рівень вищої освіти)

на тему Розробка лабораторної роботи з моделювання фотовольтаїчної станції з концентруванням сонячного випромінювання

Виконав: студент 2 курсу, групи БЕЛ
спеціальності 141. Електроенергетика,
електротехніка та
електромеханіка
(код і назва спеціальності)

освітньо-професійної Нетрадиційні та відновлювані
програми джерела енергії
(назва ОПП)

Аврамович В.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник Степанчиков Д.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Мешков Ю.Є.
(прізвище та ініціали)

Хмельницький - 2024 р.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: “Розробка лабораторної роботи з моделювання фотовольтаїчної станції з концентруванням сонячного випромінювання” включає в собі пояснювальну записку. Пояснювальна записка містить 93 сторінки формату А4, 25 рисунків, 13 таблиць, 29 використаних джерел, 16 слайдів електронної презентації.

Ключові слова: концентрування сонячного випромінювання, фотоелектрична система, відновлювані джерела енергії, програмне забезпечення, моделювання.

Об’єктом дослідження є моделювання процесу вироблення електричної енергії сонячною електростанцією на базі фотоелектричних модулів з концентруванням сонячного випромінювання при різних параметрах обладнання і зовнішніх погодних умов.

Метою роботи є розробка методики виконання віртуальної лабораторної роботи з моделювання фотовольтаїчної станції з концентруванням сонячного випромінювання у програмному середовищі System Advisor Model, створення індивідуальних завдань для дистанційного навчання.

В роботі розглянуто фізичні основи роботи фотовольтаїчних концентраторів, розглянуто їх будову, принципи роботи, основні характеристики. Розглянуто методику моделювання фотоелектричних станцій високої концентрації у програмному середовищі System Advisor Model. Розроблено завдання для віртуальної лабораторної роботи “Моделювання та дослідження роботи концентраторної фотоелектричної електростанції у програмному середовищі System Advisor Model” Розраховано можливий економічний ефект від впровадження розробленого пакету віртуальних лабораторних робіт в учбовий процес. Розглянуто питання виробничої санітарії, гігієни праці та техніки безпеки при роботі на сучасних обчислювальних машинах.

ЗМІСТ

	стор.
Скорочення та умовні позначки	4
Вступ	5
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	7
1.1 Фотовольтаїчні концентратори	7
1.1.1 Фізичні основи роботи фотовольтаїчних концентраторів	7
1.1.2 Сучасний стан та історія розвитку	9
1.1.3 Ефективність	14
1.1.4 Типи фотовольтаїчних концентраторів	17
1.2 Фотовольтаїчні концентраторні станції світу	21
1.3 Висновки до оглядової частини	23
2. МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА	25
2.1 Основні кроки при створенні проекту у System Advisor Model	25
2.2 Вкладка розташування та ресурси (Location and Resource)	26
2.3 Вкладка модуль (Module)	28
2.4 Вкладка інвертор (Inverter)	31
2.5 Вкладка масив (Array)	35
2.6 Представлення результатів моделювання	42
2.7 Висновки до методичної частини	44
3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	45
3.1 Опис об'єктів дослідження	45
3.2 Дослідження великих фотоелектричних енергетичних установок за допомогою за допомогою HSPV та PV моделей	48
3.3 Моделювання роботи концентраторної фотоелектричної електростанції Alamosa Solar Generating Plant	58
3.4 Лабораторна робота “Моделювання та дослідження роботи концентраторної фотоелектричної електростанції”	65

3.5 Висновки до дослідницької частини	66
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	67
4.1 Розрахунок кошторису витрат на нову розробку	67
4.2 Визначення економічної ефективності науково-дослідної роботи	71
4.3 Висновки до економічної частини	75
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	76
5.1 Загальна характеристика робочого місця оператора	76
5.2 Організаційно-технічні заходи з охорони праці	85
5.3 Висновки до охорони праці	87
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89

ВСТУП

Сектор відновлюваної енергії та її застосування викликають великий інтерес для багатьох дослідників в останні кілька десятиліть. Вони включають, але не обмежуються, опріснення, енергію генерації та опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Крім того, багато дослідників вивчають вплив кліматичних умов, таких як температура, швидкість вітру та пил на продуктивність системи відновлюваної енергії, а також тенденції попиту на електроенергію.

Сонячна фотоелектрична енергетика швидко розширюється, причому потужність різко зросла в останні роки. Щорічно відновлювана енергетика у всьому світі зростає на 14,5%. Сонячна генерація зросла на 30 млн. т нафтового еквіваленту, лише трохи менше, ніж зростання вітрової генерації (32 млн. т), і забезпечила більше ніж 40% зростання відновлюваних джерел енергії. За країнами найбільший внесок у зростання відновлюваної енергетики зробив Китай (32 млн. т).

Визначення технічних показників сонячних електростанцій з метою обґрунтування майбутніх проектів у відновлюваній енергетиці має свою специфіку, що унеможливорює використання у повному обсязі відомих методів, які використовуються в традиційній енергетиці. Ця специфіка є наслідком особливостей сонячного випромінювання, як енергоресурсу, а також специфіки процесу перетворення сонячної енергії в електроенергію. Для інвестиційних проектів у цій галузі необхідні нові, максимально обґрунтовані підходи до оцінки доцільності і ефективності цих проектів. Важливим етапом на цьому шляху є математичне і комп'ютерне моделювання сонячних енергетичних систем.

Тому *метою роботи* є розробка методики виконання віртуальної лабораторної роботи з моделювання фотовольтаїчної станції з концентруванням сонячного випромінювання у програмному середовищі

System Advisor Model, створення індивідуальних завдань для дистанційного навчання.

Об'єкт дослідження: моделювання процесу вироблення електричної енергії сонячною електростанцією на базі фотоелектричних модулів з концентруванням сонячного випромінювання при різних параметрах обладнання і зовнішніх погодних умов.

Предмет дослідження: методика моделювання та дослідження процесу вироблення електричної енергії сонячною електростанцією на базі фотоелектричних модулів з концентруванням сонячного випромінювання у програмному середовищі System Advisor Model.

Для досягнення мети роботи необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Розглянути фізичні основи роботи фотовольтаїчних концентраторів;
2. Розробити методику моделювання та дослідження фотовольтаїчної станції з концентруванням сонячного випромінювання у програмному середовищі System Advisor Model;
3. Провести дослідження великих фотоелектричних енергетичних установок за допомогою концентраторної та звичайної PV моделей у програмному середовищі System Advisor Model;
4. Провести моделювання роботи концентраторної фотоелектричної електростанції для реального об'єкту дослідження;
5. Провести розрахунок витрат на нову розробку. Визначити економічну доцільність впровадження нового технічного рішення;
6. Розглянути нормативно-методичні та організаційні заходи з охорони праці.

Методи дослідження: при проведенні дослідження використовувались методи математичного та комп'ютерного моделювання, теорія фотоелектричних перетворювачів, системний аналіз, статистичні методи аналізу та обробки даних.