

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ 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 Моделювання та аналіз критичних режимів роботи вітропарку

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

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

Кассо С.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Степанчиков Д.М.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Херсон - 2020 р.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: “Моделювання та аналіз критичних режимів роботи вітропарку” включає в собі пояснювальну записку. Пояснювальна записка містить \_\_ сторінки формату А4, \_\_ рисунків, \_\_ таблиць, \_\_ використане джерело, \_\_ слайдів електронної презентації, \_\_ додатків.

Ключові слова: вітроенергетика, вітропарки, критичні режими роботи, моделювання.

Дана кваліфікаційна робота присвячена створенню універсальної комп’ютерної моделі вітропарку, яка дозволяє імітувати та аналізувати різні режими роботи вітроустановок, з акцентуванням на критичних режимах роботи, таких як аварійна зупинка однієї або декількох ВЕУ у складі вітропарку, критичні швидкості вітру, коротке замикання, перевищення допустимих електричних характеристик, пускові процеси тощо. Розроблена модель передбачає можливість порівняння та представлення результатів у зручній графічній формі, дозволяє проводити легку зміну вхідних параметрів обладнання ВЕУ, дає можливість створення різних сценаріїв роботи вітроустановок та вітрового навантаження. Проведено модельне дослідження роботи вітропарку у різних критичних режимах та при різних формах вітрового навантаження.

У розділі «Економічна частина» розраховано можливий економічний ефект при реалізації розробленої моделі для попередження негативних наслідків від критичних режимів роботи сучасних вітропарків.

У розділі «Охорона праці» розглянуто питання виробничої санітарії, гігієни праці та техніки безпеки при роботі на сучасних обчислювальних машинах.

## ЗМІСТ

	стор.
Скорочення та умовні позначки	5
Вступ	6
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	8
1.1 Огляд сучасних вітроелектростанцій та вітропарків	8
1.1.1 Актуальність використання вітрової електроенергетики	
1.1.2 Сучасні вітроелектростанції та вітропарки	
1.1.3 Головні характеристики вітроелектростанцій	
1.2 Огляд критичних режимів роботи вітроенергетичних установок	
1.2.1 Пускові режими асинхронних генераторів	
1.2.2 Класифікація коротких замикань у трифазних мережах	
1.2.3 Критичні швидкості вітру	
1.2.4 Критерії якості виробленої електроенергії	
1.2.5 Системи моніторингу та попередження нештатних ситуацій при експлуатації вітроенергетичних установок	
1.3 Висновки	
2. МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА	
2.1 Моделювання складових частин та структури мережевого вітропарку	
2.1.1 Модель аеродинамічної частини окремої вітроенергетичної установки	
2.1.2 Модель механічної частини окремої вітроенергетичної установки	
2.1.3 Модель електричної частини окремої вітроенергетичної установки	
2.1.4 Моделювання вітрового потоку	
2.1.5 Загальна структура моделі мережевого вітропарку	

## 2.2 Методика моделювання критичних режимів роботи вітропарку

2.2.1 Моделювання режимів короткого замикання

2.2.2 Моделювання критичних швидкостей вітру

2.2.3 Моделювання режимів запуску та зупинки

2.3 Модель системи захисту від критичних режимів роботи

2.4 Висновки до методичної частини

## 3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Робота вітропарку у штатному режимі

3.2 Дослідження роботи вітропарку при наявності короткого замикання

3.2.1 Однофазне коротке замикання на землю

3.2.2 Двофазне коротке замикання на землю

3.2.3 Двофазне несиметричне коротке замикання

3.2.4 Трифазне симетричне коротке замикання

3.2.5 Аналіз наслідків короткого замикання для роботи вітропарку

3.3 Дослідження роботи вітропарку при критичній швидкості вітру

3.4 Дослідження пускових режимів роботи вітропарку

3.5 Дослідження режиму зупинки ВЕУ у складі вітропарку

3.6 Дослідження роботи вітропарку при відсутності підтримки реактивної потужності

3.7 Висновки

## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок кошторису витрат на наукові дослідження

4.2 Ефективність отриманих даних в результаті виконання науково-дослідної роботи

4.3 Розрахунок кошторису витрат та оцінка ефективності науково-дослідної роботи

#### 4.4 Висновки

### 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 5.1 Виробнича санітарія

##### 5.1.1 Безпечні умови праці

##### 5.1.2 Оптимальні метеоумови

##### 5.1.3 Виробниче освітлення

##### 5.1.4 Розрахунок штучного освітлення

##### 5.1.5 Заходи боротьби з запиленістю загазованістю виробничих приміщень.

##### 5.1.6 Захист від шуму, вібрацій, ультразвуку, електромагнітних випромінювань, статичної електрики

#### 5.2 Протипожежна профілактика

#### 5.3 Техніко-економічні розрахунки заходів з охорони праці

#### 5.4 Визначення ефективності заходів, спрямованих на поліпшення умов праці

#### 5.5 Висновки

### ВИСНОВКИ

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

### ДОДАТОК А Апробація результатів дослідження