

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

Інститут Електроенергетики  
(інститут)

Електротехнічний факультет  
(факультет)

Кафедра електроенергетики  
(повна назва)

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

студента Лябагової Тетяни Валеріївни  
(ПІБ)

академічної групи 141М–18–1  
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_  
за освітньо–професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та  
(офіційна назва)

електромеханіка

на тему Система регулювання активної і реактивної потужності вітроустановки  
з асинхронним генератором подвійного живлення  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Іванов О.Б.			
розділів:				
Розділ 1	Іванов О.Б.			
Розділ 2	Іванов О.Б.			
Розділ 3	Тимошенко Л.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			
----------------	---------------------	--	--	--

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

в.о. завідувача кафедри

електроенергетики

(повна назва)

\_\_\_\_\_ Рогоза М.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

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

студенту Лябаговій Тетяні Валеріївні академічної групи 141М-18-3  
(прізвище та ініціали) (шифр)  
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

на тему Система регулювання активної і реактивної потужності вітроустановки з асинхронним генератором подвійного живлення  
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 07.11 2019  
р. № 2075-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Аналіз систем генерування електроенергії.. Порівняльний аналіз різних типів вітрогенераторів	19.09.2019
Розділ 2	Розрахунок втрат напруги в лінії електропередач. Розробка системи регулювання активної та реактивної потужності асинхронного вітрогенератора подвійного живлення.	02.10.2019
Розділ 3	Методичні підходи до встановлення розміру економічного збитку.	09.11.2019

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Іванов О.Б.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 12.09.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії 12.12.2019

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Лябагова Т.В.  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

АКТИВНА ПОТУЖНІСТЬ, АСИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР, ВІТРОТУРБИНА, МАШИНА ПОДВІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ, РЕАКТИВНА ПОТУЖНІСТЬ, СТАБІЛІЗАЦІЯ НАПРУГИ.

Пояснювальна записка: 60 с., рис. 14, табл, 9 джерел 21.

Об'єкт дослідження: режими роботи асинхронного генератора подвійного живлення.

Мета дипломного проекту: стабілізація і регулювання активної і реактивної потужності генератора подвійного живлення у вітроустановці.

У першому розділі подано стан проблеми і здійснено аналіз запропонованих аналогів вирішення даної проблеми і зроблено порівняльний аналіз переваг і недоліків деяких типів генераторів у вітроустановках.

У другому розділі розрахована втрата напруги в лінії електропередачі. Шляхом моделювання у середовищі Mathcad отримані характеристики асинхронного вітрогенератора подвійного живлення, при роботі в асинхронному і синхронному режимах. Запропонований метод стабілізації напруги у вузлі навантаження за рахунок регулювання напруги асинхронного вітрогенератора подвійного живлення. Описана можливість стабілізації напруги у вузлі навантаження при роботі асинхронного генератора паралельно з мережею.

В третьому розділі наведено методичні підходи до встановлення розміру економічного збитку від низької якості електроенергії.

Розроблений аналіз може бути застосований для проектування і вибору генератора для вітроустановки.

## Зміст

Скорочення та умовні позначки .....	5
Вступ .....	6
1 Стан питання і постановка задачі.....	7
1.1 Сучасний стан вітроенергетики в Україні та світі .....	7
1.2 Перспективи розвитку вітроенергетики в Україні .....	10
1.3 Системи генерування електроенергії .....	13
1.3.1 Порівняльний аналіз різних типів генераторів у ВЕУ та способи стабілізації їх напруги.....	14
1.3.2 Конфігурації генеруючих систем .....	16
1.4 Якість електроенергії і її забезпечення .....	21
1.5 Висновки за розділом.....	23
2 Спеціальний розділ .....	24
2.1 Втрати напруги в лінії електропередач.....	24
2.2 Характеристики асинхронного вітрогенератора подвійного живлення при роботі в асинхронному і синхронному режимах.....	37
2.3 Стабілізація напруги у вузлі навантаження за рахунок регулювання напруги вітрогенератора подвійного живлення .....	42
2.4 Висновки до розділу.....	45
3 Економічний розділ.....	47
3.1 Збитки від використання енергії низької якості.....	47
3.2 Оцінка економічних збитків при пониженій якості електричної енергії .....	48
3.3 Залежність економічних збитків від показників якості електроенергії .	51
3.4 Висновки за розділом.....	54
Висновки.....	55
Перелік джерел посилання .....	56
<b>Додаток А</b> .....	59
Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	59
<b>Додаток Б</b> .....	60
Схема електромережі .....	60

### **Скорочення та умовні позначки**

- ВЕС – вітрова електрична станція ;
- ОДУ – оперативне диспетчерське управління;
- ОЕС – об'єднана енергетична система;
- ПЛ – повітряна лінія електропередавання;
- ПС – підстанція (електрична);
- ТЗП – точка загального приєднання;
- ВДЕ – відновлювані джерела енергії;
- ТУ – технічні умови;
- ЦДП – центральний диспетчерський пункт;
- ЦПС – центральна підстанція ВЕС;
- ВЕТ – вітрова енергетична турбіна;
- БК – батарея конденсаторів;
- МПЖ – машина подвійного живлення.

## Вступ

Кілька десятиліть поспіль середня температура земної атмосфери продовжує невблаганно зростати. У свою чергу зростання температури впливає на зміну клімату і погоду. На думку більшості, вчених це результат впливу так званих парникових газів – продуктів діяльності людини.

Населення земної кулі з кожним роком неухильно зростає. Досягнення науково технічного прогресу тісно пов'язують людство з використанням електрики. Тому споживання електроенергії по всьому світу в найближчі роки буде зростати. Традиційне виробництво електроенергії засноване на спалюванні викопних видів палива, при цьому в атмосферу викидається велика кількість елементів горіння, що посилюють парниковий ефект на планеті.

Тема відновлюваних джерел енергії зараз дуже актуальна і світове співтовариство приділяє їй значну увагу.

Підключення вітрогенераторів до мережі повинно задовольняти вимоги мережі. У зв'язку з цим необхідним стає створення системи регулювання швидкості обертання ротора, яка могла б оптимізувати роботу вітрогенератора задля забезпечення максимального ККД та стабілізації вихідної потужності вітрогенератора в умовах змінної швидкості вітру.

## Висновки

Відповідно до мети та завдання дипломного проекту був проведений аналіз режимів роботи генератора подвійного живлення. Були описані загальні теоретичні відомості про генератор подвійного живлення, порівняння його характеристик з іншими генераторами, які використовуються у вітроелектростанціях.

Розроблена та представлена модель вибраної електростанції. Моделювання проводилося середовищі Matlabad, побудована блочна модель вибраної електромережі та розраховано втрати напруги у вузлі навантаження.

Описано принцип роботи електроенергетичної установки на базі асинхронного генератора подвійного живлення та конструкцію і конструктивні особливості асинхронного генератора подвійного живлення.

Досліджено системи регулювання активної та реактивної потужності асинхронного вітрогенератора подвійного живлення.

Запропоновано метод регулювання потужностей шляхом введення в коло ротора регульованої напруги. При різких змінах пориву вітру чи навантаження можливо уникнути стрибків потужності та забезпечити практично необхідну перевантажувальну здатність у всьому діапазоні регулювання швидкості змінюючи напругу  $U'_2$  в функції ковзання і навантаження, як наведено в дипломному проекті.

Наведено методичні підходи до встановлення розміру економічного збитку від використання енергії низької якості.

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)