

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергозберігаючих технологій та енергетичного менеджменту

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СТАНЦІЙ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ДЛЯ УМОВ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконала:

здобувачка вищої освіти денної форми
навчання освітнього ступеня «Магістр»,
освітньо-професійної програми
«Енергетичний менеджмент» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

_____ **Анастасія ПІГАЛЬ**

**Керівник: доктор с.-г. наук, канд. техн.
наук, доцент**

_____ **Олег ТКАЧ**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проектної групи
(гарант освітньої програми)

«Енергетичний менеджмент»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

доктор сільськогосподарських наук,
кандидат технічних наук, доцент

_____ **Олег ТКАЧ**

Кам'янець-Подільський, 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ СТАНУ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ ТА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	9
1.1. Огляд стану відновлювальних енергетичних ресурсів.....	9
1.2. Класифікація та режими роботи вітроенергетичних установок.....	17
1.3. Способи та особливості підключення ВЕС до мережі.....	26
2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СТАНЦІЙ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ....	34
2.1. Загальний аналіз вітрового потенціалу.....	34
2.2. Фізичні основи генерування електричної енергії ВЕУ.....	40
2.3. Фактори впливу на основні енергетичні показники вітроенергетичної станції в умовах підприємств.....	43
2.4. Особливості роботи вітрогенераторів з потужною мережею	48
2.5. Розробка структури електропостачання з використанням ВЕС.....	52
2.6. Розробка алгоритму функціонування системи керування електропостачання підприємств з використанням ВЕС.....	55
3. РЕЗУЛЬТАТИ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТАНЦІЙ	57
3.1. Результати розрахунку та вибору електротехнічного обладнання вітроенергетичної станції	57
3.2. Прогнозування виробітку потужності вітроенергетичною станцією.....	62
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	69

4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	69
4.2. Особливості дії мікроклімату на працівників у системі електропостачання.....	70
4.3. Заходи щодо електро та пожежної безпеки	72
4.4. Безпека у надзвичайних ситуаціях	73
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД РОЗРОБОК ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84
ДОДАТКИ	88

ВСТУП

Поступове зниження кількості дешевих природних енергоресурсів, а також погіршення екології зумовлюють потребу розробки нових та удосконалення існуючих енергетичних систем. При цьому перевагу слід надавати ефективному використанню поновлюваних енергоресурсів, які базуються на використанні екологічно чистих відновлюваних джерел енергії. При цьому слід зазначити, що використання нетрадиційних, а також відновлюваних джерел енергії у світі з року в рік зростає. Водночас, частка її у загальному використанні спостерігається значно меншою відносно існуючого потенціалу.

Слід зазначити, що вагоме місце у енергозабезпеченні має вітроенергетика, яка вважається пріоритетним напрямом розвитку поновлюваних джерел енергії. При цьому, вартість електроенергії отриманої від сучасної ВЕС з року в рік наближається до вартості електроенергії, яка отримується традиційним шляхом.

Водночас, основною причиною обмеженого використання нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії є їх сезонність та нестабільність у надходженні. Зокрема, за відсутності вітру обмежується періодичність енергопостачання, а також нерівномірність та швидкість вітру зумовлюють нестабільність енергетичних характеристик вітроустановок [3].

Актуальною на даний час залишається задача електропостачання сільськогосподарських підприємств завдяки підвищенню ефективності та надійності систем енергозабезпечення. При цьому доцільним є впровадження у системи електропостачання сільськогосподарських підприємств додаткових відновлюваних джерел енергії. Оптимальним варіантом модернізації існуючих системи електропостачання є розробка та використання вітроенергетичних станцій (ВЕС).

Отже, використання ВЕС в умовах сільськогосподарських підприємств забезпечить ефективне, безперебійне, а також надійне

електропостачання споживачів. Це зумовлює актуальність виконаної магістерської роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішена задача щодо обґрунтування доцільності впровадження вітроенергетичних станцій у електричних мереж для умов Хмельницької області.

Отримані наступні результати:

1. В роботі проаналізовано вітроенергетичний потенціал, виходячи з якого територія України має досить високий потенціал вітрової енергії, який забезпечить продуктивну роботу вітроенергетичної станції.

2. В магістерській роботі проаналізовано основні фактори впливу на енергетичні показники ВЕС в умовах України, з яких можна виділити найбільш важливі, такі як, щільність повітря, вологість, та висота, яка впливає на швидкість вітру.

3. Розроблено структурну схему електротехнічного комплексу електропостачання з використанням вітроенергетичної станції, яка ілюструє будову та взаємозв'язок між її складовими блоками.

4. На основі структурної схеми було розроблено алгоритм функціонування системи керування електропостачанням. Алгоритм роботи системи керування ВЕС враховує усі можливі проблеми роботи системи керування: занижка або зависока генерована напруга, занижка або зависока частота напруги.

5. Розраховано термін окупності ВЕС, результати чого свідчать про те, що капіталовкладення окупляться за термін близько 6 років. Проект можна вважати економічно доцільним та ефективним, так як його термін окупності складає менше 10 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Віроенергетика // Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/ae/windenergy>
2. Вітрогенератори, електростанції, сонячні батареї: покупка в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vetryak.com.ua/>
3. Волеваха М.М., Гойса М.І. Енергетичні ресурси клімату України. - К.: Наукова думка, 2017. - 132 с.
4. Волошин І. Визначення економічної сутності інновацій як об'єкта обліку і аналізу / І. Волошин // Збірник наукових праць «Економічний аналіз». – 2008. – Вип. 3. – С.261–264.
5. Генераторне джерело електроенергії: А.С. 26222. Україна. / І.М. Чиженко, О.І. Чиженко, В.Я. Лісник, І.В. Волков.- №93005998; Заявлено 22.11.2003; Опубл. 19.07.2004, Бюл. №4.
6. Генераторне джерело електроенергії: Поз. ріш. по заявці № 2003021633. Україна. / В.І. Ткачук, Б.Л. Копчак; Заявлено 25.02.2003.
7. Глухивский Л.И. Расчет периодических процессов электротехнических устройств. - Львов: Вища школа, 2014. - 164 с.
8. Гумницкий В.П. Научно-технические проблемы создания ветро-электрических агрегатов//Энергетика и электрофикация. -2003.- №4. - С.47-50.
9. ДБН В.2.5-28-2006 Державні будівельні норми. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. – К. : Мінбуд України, 2006. – 80 с. (зміни1,2).
10. Денисенко О.Г., Козловский Г.А., Федосенко Л.П. Осадчий А.И. Преобразование и использование ветровой энергии. К.: Техника, 2012. -176 с.
11. Домашній вітрогенератор за ціною Iphone був розроблений в Індії// Інформаційний портал про альтернативні джерела енергії в Україні

та світі «Енергія природи» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://alternative-energy.com.ua/> домашній-вітрогенератор-за-ціною-iphone-бу/

12. ДСанПіН N 3.3.6.096-2012 Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.12.2012 N 476.

13. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку, інфразвуку, -К., 2009 р.

14. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. За-тв. Постановою Головного держсанлікаря України від 01.12.2009 р., №42

15. ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008 Електробезпека. Допустимі значення напруг дотику і електричних струмів від 12.01.2008 №4.

16. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. // Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2015 № 1071. – ЗВ. – Прогноз розвитку вітрогенерації На Херсонщині потужність вітроелектростанції мають намір збільшити з 3 до 250 МВт // Наталія Яковлева // Eco town. – 2017. – 140 с.

17. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», від 14.07.2011 р.

18. Кодекс цивільного захисту України – ВВР, 2013, № 34-35, ст.458 (із змінами)

19. Методичні вказівки до виконання самостійної та практичної роботи «Визначення осередків ураження у надзвичайних ситуаціях» з курсу «Цивільний захист» для студентів усіх спеціальностей / Уклад. Тригуба А.М., Мазур І.Б., Сафонов С.А. – Львів.: ЛНАУ, 2016.–12 с.

20. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи України від 19.10.2004 N 126.

21. НАПБ Б.03.002-2007. «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»

22. НАПБ В.01.034-2005/111 Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 26.07.2015 N 343.

23. НАПБ В.05.024-2005/111 Інструкція з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України.

24. НПАОП 0.00-1.21-2014 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 09.01.14 N 4.

25. НПАОП 0.00-1.28.-10 Правила охорони праці під час експлуатації електрон-но-обчислювальних машин / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19.04.2010 р. за №293-17588

26. НПАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок, затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21.06.2001 N 272.

27. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 25.07.2006 р. № 258

28. Рамкова конвенція про зміну клімату. Преамбула // Конференція Сторін, Двадцять перша сесія. – Париж, 30 листопада – 11 січня 2015 р.

29. Три країни збудують у Північному морі штучний острів для обслуговування надпотужної вітроелектростанції // Наталія Федосенко // Eco town. – 2017. – 10 березня [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Trykrajiny-zbuduyut-u-Pivnichomu-mori-shtuchnyu-ostriv-dlya-obsluhovuvannya-nadpotuzhnoyi-vitroelek/>

30. Хмельницкий Ю. Ветроэнергетика как путь долгосрочной энергетической стратегии // Российское предпринимательство. –2011. – 3 сичня. – 3 ст. Global Wind & Solar Installations // Forecast International Energy Portal [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.fi-powerweb.com/Renewable-Energy.html>

31. Шоботов В.М. «Цивільна оборона» Навч. посібн.-Київ: Центр навч. книги, 2014, с.81- 92.

32. Clean energy's dirty secret: Wind and solar power are disrupting electricity systems // The Economist. – 2017. – February 25. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.economist.com/news/leaders/21717371-thats-no-reason-governmentsstop-supporting-them-wind-and-solar-power-are-disrupting/>