

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

**ДЕМЕШИН ДМИТРО ВАЛЕРІЙОВИЧ**

УДК 004.896.4

**СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНОЮ ВІТРОВОЮ  
ЕНЕРГЕТИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО  
ІНТЕЛЕКТУ**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат

магістерської роботи

на здобуття кваліфікації магістра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

- Науковий керівник:** д-р. техн. наук, проф. каф. ІС  
**Гожий Олександр Петрович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
професор кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем
- Рецензент:** канд. фіз.-мат. Наук, доцент  
**Воробйова Алла Іванівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем
- Консультант:** д-р біол. наук, професор  
**Григор'єва Людмила Іванівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
завідувач кафедри екології Медичного  
інституту

Захист відбудеться «26» лютого 2020 р. о 9<sup>00</sup> на засіданні  
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений «24» лютого 2020 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На сьогодні більша частина електроенергії добувається за допомогою теплових електростанцій, які працюють спалюючи вугілля, газ чи рідке паливо. Такий вид енергетики є шкідливим для навколишнього середовища, а ресурси для їх роботи вичерпні, тому в останні десятиліття набирає популярності альтернативна енергетика. Даний вид енергетики використовує відновлювані джерела енергії, такі як сонце, вітер, ріки.

Крім теплових електростанцій існують ще такі види електростанцій:

- атомні електростанції;
- гідроелектростанції;
- сонячні електростанції;
- геотермальні електростанції;
- припливні електростанції.

Потреби в електроенергії зростають з кожним роком, а вичерпні джерела енергії відновлюються досить повільно, що в подальшій перспективі призведе до їх нестачі.

Саме через зростання популярності та необхідності використання відновлюваних джерел енергії *актуальність* створення такої системи є досить високою, так як електростанції, які використовують відновлювані джерела енергії є більш екологічними порівняно з традиційними тепловими чи атомними електростанціями. Їх використання зменшує вплив на навколишнє середовище, що покращує екологічну ситуацію в цілому.

Також, використання технологій штучного інтелекту якісно впливає на роботу системи, так як максимально зменшується ризик помилки на основі людського фактору.

На сьогодні аналогів даній системі не існує, тому актуальність цієї ідеї є досить очевидною. Створення та імплементація подібної системи позитивно вплине на розподіл електроенергії та знівелює її втрати, що призведе до нульового ефекту даремної витрати ресурсу роботи станції.

**Мета та дослідження.** Метою дослідження є розробка пристрою на основі штучного інтелекту для управління розподілом вітрової енергії в залежності від зовнішніх умов.

**Завдання:**

- з аналітичного огляду літератури та патентної інформації сформулювати завдання дослідження та розроблення;
- розробити функціональну схему системи управління розподілом електроенергії на вітровій електростанції;
- розробити блок-схему алгоритму роботи штучного інтелекту;
- розробити програмне забезпечення системи управління розподілом електроенергії на базі штучного інтелекту;
- виготовити робочий прототип блоку управління розподілом електроенергії та здійснити його тестування за допомогою засобів симуляції;
- удосконалити метод оброблення даних тестування прототипу розроблюваної системи;
- розробити питання з цивільного захисту та охорони праці на вітровій електростанції.

**Об'єктом дослідження** є технологія управління процесом розподілу електроенергії на вітровій електростанції.

**Предметом дослідження** є система управління та розподілу енергії отриманої за допомогою вітрової електростанції.

**Методи дослідження:** методи розробки, програмування та тренування нейронних мереж.

**Практичне значення одержаних результатів:** практичне значення одержаних результатів є досить високим, так як дана система може бути використувати для збільшення ефективності роботи електростанції як вітрової, так і станції будь-якого іншого типу. Також, дана система може допомогти зменшити вірогідність помилки роботи електростанції на основі людського фактору. Перевагами даної системи є:

- режими роботи системи є більш відповідними до зовнішніх умов;
- немає необхідності в більшій кількості робітників;
- відсоток автоматизованості станції значно зростає.

Розроблена система використана на вітровій електростанції, а її ефективність підвищено в діапазоні від 15 до 23%.

**Апробація результатів** магістерської роботи відбулася під час:

- XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Могилянські читання-2019» (Миколаїв, 2019).
- Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Інтелектуальні інформаційні системи» (Миколаїв, 2020).

**Публікації.** Основні положення та результати магістерської роботи опубліковані в 2 друкованих працях, з них: 2 тези у збірниках матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції [1][2].

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 30 найменувань, 2 додатків на 4 сторінках,. Основна частина роботи становить 76 сторінки, серед яких 34 рис. та 12 табл..

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв'язок з науковою новизною, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів, представлено

відомості про апробації результатів роботи та публікації автора. Задача систем управління автономними вітровими енергетичними установками набуває своєї актуальності разом з підвищенням потреби в альтернативних джерелах енергії.

У першому розділі магістерської роботи «Система управління автономною вітровою енергетичною установкою на основі штучного інтелекту» наведено загальні поняття та відомості про вітрову енергетику, проведено огляд сучасного стану вітрової енергетики та енергетики на основі відновлюваних джерел енергії в цілому, описано принцип роботи вітрових електростанцій, їх будову, проаналізовано та описано контролер управління електростанцією, описано блок управління вітровою електростанцією на основі штучного інтелекту, зроблено висновки до розділу.

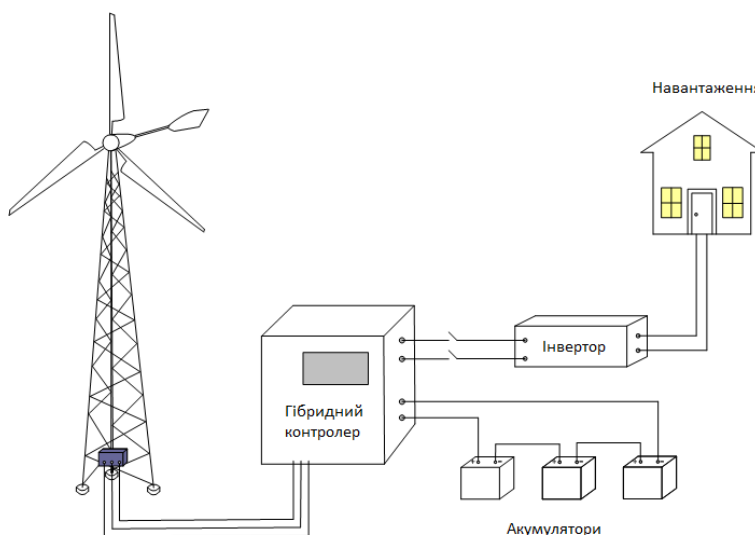


Рисунок 1 – Схема будови вітрової електростанції

У другому розділі магістерської роботи «Система управління автономною вітровою енергетичною установкою на основі штучного інтелекту» проведено аналіз можливих компонентів для вітрової електростанції, а саме:

- вітрових турбін;
- накопичувачів електроенергії (акумуляторів);

- AI-блоків;
- Інверторів.

Дані компоненти проаналізовано, порівняно та обрано найбільш підходящі для реалізації поставленого завдання. Також, зроблено висновки до розділу. Обрані компоненти (рис. 2): Primus Windpower Air 30, EverExceed EV4850-T-16D (51,2V/50Ah), Raspberry Pi 4 Model B 4GB, HUAWEI SN2000L-4.60KTL.



Рисунок 2 – Обрані компоненти для вітрової електростанції

У третьому розділі магістерської роботи «Система управління автономною вітровою енергетичною установкою на основі штучного інтелекту» описано алгоритми навчання системи та алгоритм роботи нейронної мережі, обґрунтовано вибір певного алгоритму, описано роботу обраних алгоритмів (алгоритм зворотного розповсюдження помилки, навчання зі вчителем) та наведено результати роботи програмної реалізації (рис. 3, рис. 4 та рис. 5).

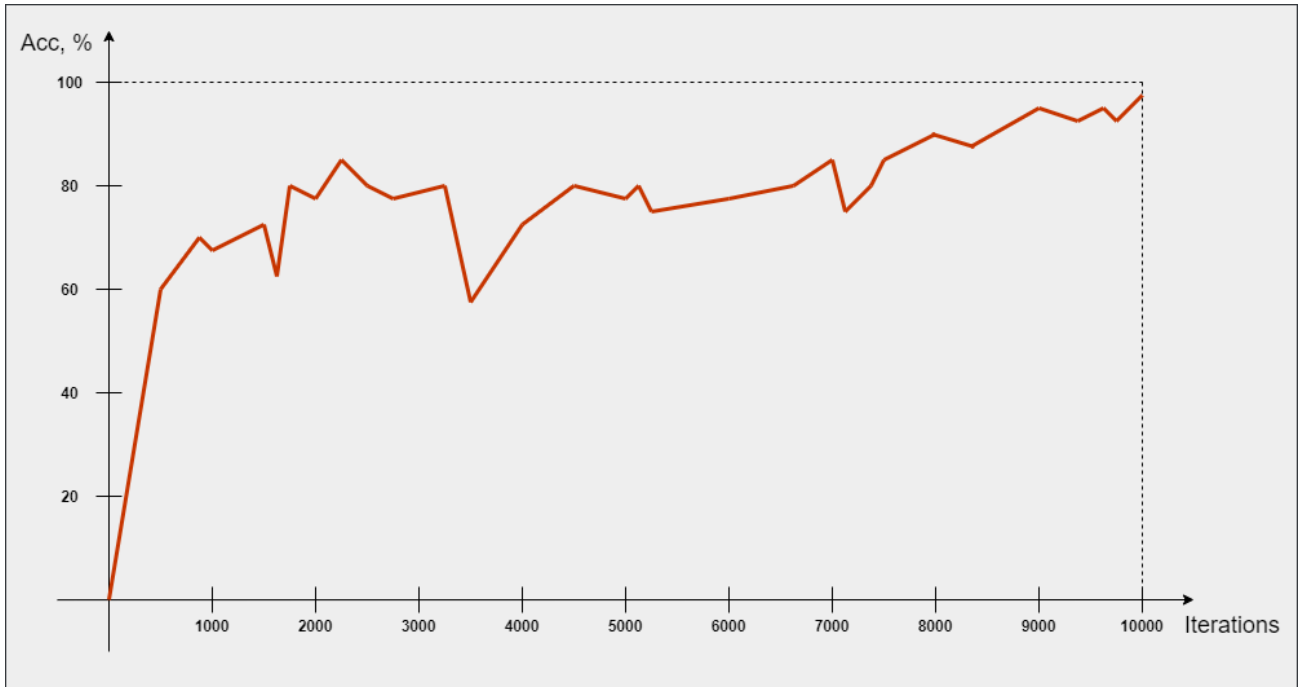


Рисунок 3 – Графік підвищення точності роботи системи

```
AI x
Iteration: 9975.
Predicted result: 67.89637742101334%, Expected result: 68.9876978679%. Neural network accuracy is: 98.41809412313431
-----
Iteration: 9976.
Predicted result: 67.7890265968792%, Expected result: 68.9876978679%. Neural network accuracy is: 98.2624854748508
-----
Iteration: 9977.
Predicted result: 67.63779348218411%, Expected result: 68.9876978679%. Neural network accuracy is: 98.04326796307838
-----
Iteration: 9978.
Predicted result: 67.94150872265709%, Expected result: 68.9876978679%. Neural network accuracy is: 98.48351347040716
-----
Iteration: 9979.
```

Рисунок 4 – Результати процесу навчання нейронної мережі



```

AI x
Start of program
Reading data...
Data format is correct. Transfer of data to memory of Neural network...
Processing of data...
End of processing. Result:
| Battery | Home | general PG |
| 23.88544% | 56.32019% | 19.69107% |
Used energy (%): 99.8967%. Energy loss: 0.1033%.

Process finished with exit code 0

```

Рисунок 5 – Результат роботи програми

**Додатки** містять лістинг коду ПЗ, матеріали апробації магістерської роботи.

У спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні підприємства «TemplateMonster», а також визначено їх вплив на працівників. Встановлено, що всі показники відповідають санітарним нормам, що свідчить про оптимальні умови роботи на підприємстві «TemplateMonster».

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи:

1. Базуючись на проведеному аналітичному огляді методів розробки, тренування та роботи нейронних мереж. Проаналізовано різні алгоритми роботи нейронних мереж, алгоритми їх навчання, обрано найбільш підходящі. Проаналізовано можливі варіанти компонентів вітрової електростанції, порівняно їх за характеристиками та обрано ті, які задовольняють потреби станції, встановлено необхідність розробки системи управління розподілом енергії на автономній вітровій електростанції.

2. На основі сучасних методів розробки нейронних мереж та за допомогою наданих даних про роботу вітрових електростанцій розроблено ПЗ

для управління розподілом електроенергії на вітрових електростанціях на основі штучного інтелекту. Розробка ПЗ здійснена за допомогою IDE JetBrains PyCharm та з використанням бібліотеки TensorFlow.

3. Проведено експериментальні дослідження за допомогою емулятора роботи вітрової електростанції, які показали ефективність роботи розробленої системи та підвищення ефективності роботи електростанції на 30%.

4. У спеціальному розділі з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях проаналізовано заходів та засобів по запобіганню впливу на працівників негативних факторів. Виконано аналіз мікроклімату в офісі, управління цивільним захистом на підприємстві та розроблено план дій у разі надзвичайної ситуації.

Робота пройшла апробацію на двох Всеукраїнських науково-технічних конференціях, за результатами надруковано дві публікації.

## **СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Демешин Д. В., Нечахін В. В. Система керування розподілом електроенергії на основі інтелектуальних технологій. *Могілянські читання-2019, XXI Всеукраїнська науково-методична конференція: тези доповідей / ЧНУ ім. Петра Могили. 2019. С. 86-87.*

2. Демешин Д. В., Нечахін В. В., Гожий О. П. Система керування розподілом електроенергії на основі інтелектуальних технологій. *Інтелектуальні інформаційні системи, Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів: тези доповідей / ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. С. 5-6.*

## АНОТАЦІЯ

**Демешин Д.В. Система управління автономною вітровою енергетичною установкою на основі штучного інтелекту. – На правах рукопису.**

Магістерська робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр комп'ютерної інженерії». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2020.

Магістерська робота спрямована на дослідження та розробку системи управління автономною вітровою енергетичною установкою на основі штучного інтелекту. Розглянуто різні види нейронних мереж, алгоритмів їх навчання, необхідне апаратне забезпечення, обрано найбільш підходящі для реалізації поставленого завдання та розроблено систему управління автономною вітровою енергетичною установкою на основі ШІ.

Практичне значення результатів дослідження полягає у мінімізації втрат виробленої електроенергії та максимізації ефективності роботи вітрової електростанції.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та 2 додатки. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення. У першому розділі проведено аналіз стану вітрової електроенергетики, контролерів розподілу електроенергії та використання штучного інтелекту в даній галузі. У другому розділі проаналізовано існуючі пристрої для вітрової електростанції (вітрові турбіни, акумулятори, AI-блоки, інвертори) та обрано найоптимальніші. У третьому розділі описано алгоритму роботи штучного інтелекту, обраних технологій та необхідних для роботи даних, показано результати роботи розробленої системи.

В цілому, магістерська робота без додатків містить 76 сторінок, 34 рисунки, 12 таблиць, 30 джерел посилання.

## **ABSTRACT**

**Demeshyn D. V. Autonomous wind energy plant control system based on artificial intelligence. – On the rights of the manuscript.**

Master's work for obtaining an educational qualification "Master of Computer Engineering". – Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 2020.

The master's thesis is aimed at research and development of a control system for autonomous wind energy plant based on artificial intelligence. Various types of neural networks, algorithms of their training, necessary hardware are considered, the most suitable for realization of the given task are selected and the control system of autonomous wind power plant based on AI is developed.

The practical significance of the research results is to minimize the loss of generated electricity and maximize the efficiency of the wind power plant.

The explanatory note of the master's thesis consists of an introduction, three sections, conclusions and 2 appendices. The introduction defines the relevance of the topic, the stated purpose, object, subject and tasks of the research and development. The first section analyzes the state of wind power, power distribution controllers and the use of artificial intelligence in the field. The second section analyzes the existing devices for the wind farm (wind turbines, batteries, AI units, inverters) and selects the most optimal ones. The third section describes the algorithm of work of artificial intelligence, selected technologies and the data necessary for the work, shows the results of the developed system.

In general, master's work without attachments contains 76 pages, 34 figures, 12 tables, 30 sources of links.