

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

НЕЧАХІН ВЛАДИСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 004.896

**СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОНОМНОЮ СОНЯЧНОЮ
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:** др. техн. наук, проф. каф. ІС
Кондратенко Юрій Пантелійович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор 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 9⁰⁰ на засіданні
Екзаменаційної комісії, 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. Станом на сьогоднішній день основну частину електроенергії у світі виробляють теплові електростанції, що спалюють вугілля, газ чи рідке паливо. Такий вид енергетики є шкідливим для навколишнього середовища, а ресурс їх роботи є вичерпним. Тому в останні десятиліття активно набирають популярності альтернативні джерела електроенергії. З найвищими темпами зростає відсоток використання сонячних електростанцій.

Перспективним джерелом відновлюваної електроенергії є сонячні панелі та фотоелектричні модулі, що разом із вітряною енергетикою займають понад 7% від світового виробництва електроенергії станом на 2019 рік. Одним із засобів підвищення ефективності енергетичних установок є використання контролерів, що створюють оптимальні умови та автоматизують вироблення електроенергії. Для оптимізації контролерів можуть використовуватись методи штучного інтелекту, що допомагають проводити моделювання, контроль та прогнозування результативності електростанцій.

Актуальність роботи полягає у збільшенні попиту на виробництво енергії за допомогою сонячних енергетичних установок і необхідність підвищення ефективності їх систем керування.

Мета: розробити систему розподілення сонячної енергії та керування автономною сонячною енергетичною установкою на основі штучного інтелекту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- аналіз існуючих методів управління сонячною електростанцією;

- дослідження методів штучного інтелекту для їх використання у контролері;
- розробку моделі системи управління виробленою електроенергією і її розподілення між акумуляторами та мережею для збільшення потужності електростанції;
- розробку програмного забезпечення для керування сонячною електростанцією на базі штучного інтелекту.
- розробку питання з цивільного захисту та охорони праці;

Об’єкт: технології керування процесом розподілу виробленої електроенергії в сонячних енергетичних установках.

Предмет: моделі, методи і засоби побудови інтелектуальної системи керування та розподілу сонячної енергетики, заснованій на багат шаровій нейронній мережі.

Методи дослідження: аналіз методів штучного інтелекту, моделювання системи керування сонячною енергетичною установкою, вимірювання ефективності системи керування.

Магістерська робота виконувалась у відповідності до завдань науково-дослідної роботи Чорноморського національного університету (ЧНУ) ім. Петра Могили «Система керування автономною сонячною енергетичною установкою на основі штучного інтелекту».

Практичне значення: результат розробки дослідницької роботи можна застосовувати у контролерах автономних сонячних енергетичних установок для збільшення ефективності керування та розподілу енергії.

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 3 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 25 найменувань, 1 додаток на 4 сторінках,. Основна частина роботи становить 91 сторінку, серед яких 28 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 керування автономними сонячними енергетичними установками набуває своєї актуальності разом з підвищенням потреби в альтернативних джерелах енергії.

У **першому розділі** магістерської роботи «**Аналіз технології отримання електроенергії на базі фотовольтаїки**» досліджуються технології отримання електроенергії на базі фотовольтаїки, проводиться аналіз принципів сонячної енергетики та можливостей підвищення їх ефективності. Проаналізовано історію розвитку сонячної енергетики, описано джерело принципи сонячної енергії та її вплив на навколишнє

середовище. Також описано методи підвищення ефективності сонячної енергетики за допомогою контролерів.

У другому розділі магістерської роботи «**Апаратне забезпечення системи управління автономною сонячною енергетичною установкою на основі штучного інтелекту**» здійснюється аналіз апаратного забезпечення, а саме сонячних панелей, акумуляторів, контролерів заряду та інтелектуальних блоків керування (рис. 1). Проведено порівняльну характеристику сонячних панелей по всім основним характеристикам та обрано систему для подальшого використання для тренування нейронної мережі.

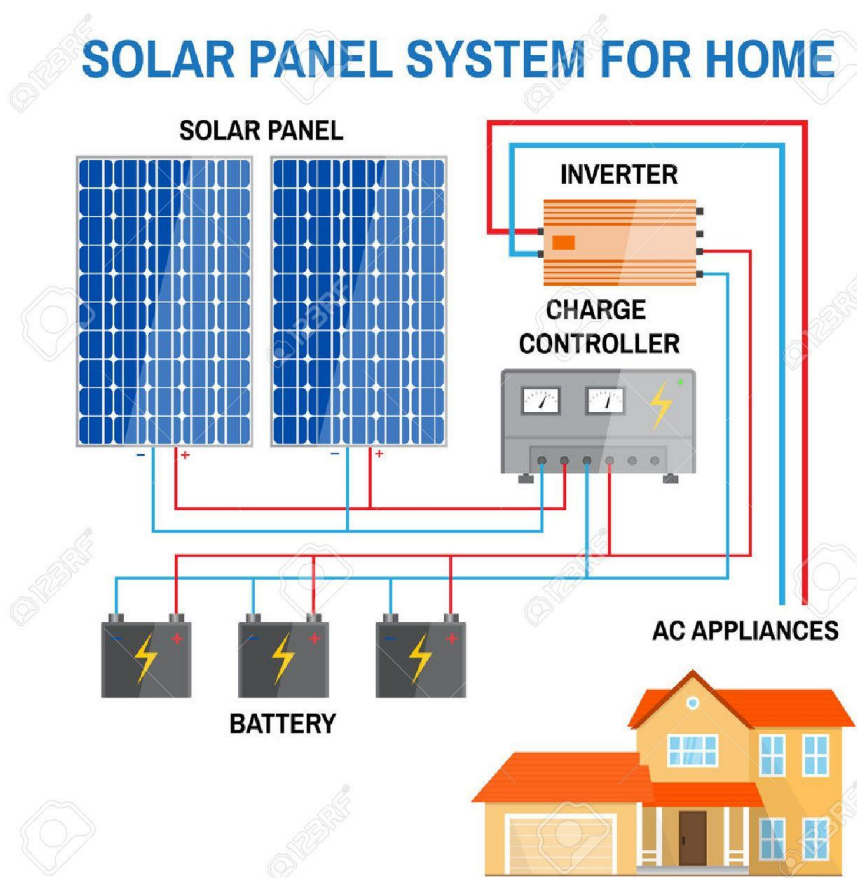


Рисунок 1 – Схема поєднання апаратного забезпечення сонячної електростанції

Третій розділ магістерської роботи «Застосування методів штучного інтелекту для задачі розподілу і керування виробництвом сонячної електроенергії» присвячений застосуванню методів штучного інтелекту для задачі розподілу і керування виробництвом сонячної електроенергії, описано принцип роботи навчання з підкріпленням (рис. 2), обґрунтовано вибір алгоритму Q-навчання, описано методи застосування нейронних мереж в електроенергетиці та проаналізовано необхідні фактори для реалізації середовища для нейронної мережі.

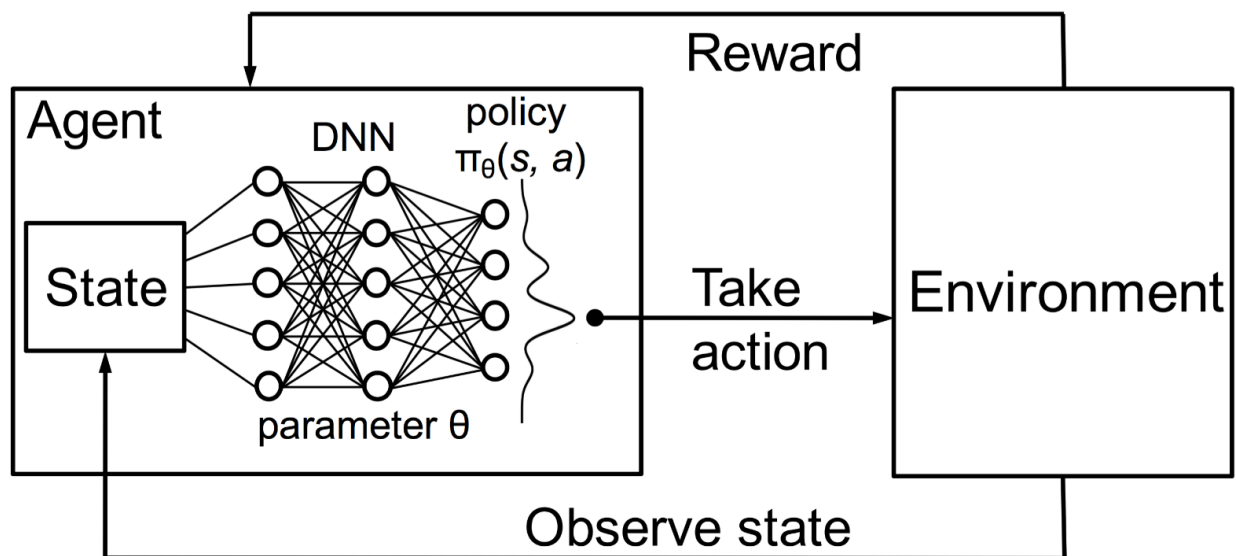


Рисунок 2 – Принцип роботи навчання з підкріпленням

В даному розділі також наведені результати роботи реалізованого програмного продукту (рис. 3). Не зважаючи на механічні втрати електроенергії при конвертації, створена система перевершує ефективність стандартних контролерів.

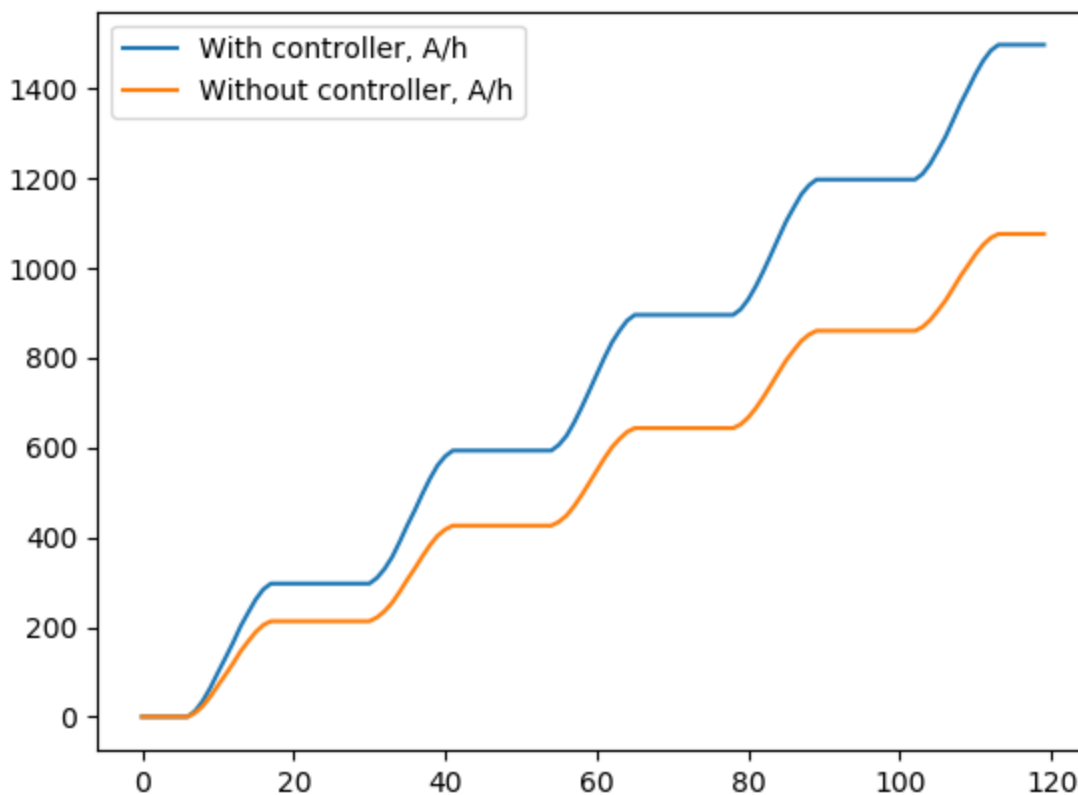


Рисунок 3.10 – Приріст ефективності заряду акумуляторів, ампер-годин

Додаток містить лістинг основних класів програмної реалізації системи управління автономною сонячною енергетичною установкою на основі штучного інтелекту.

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

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи:

1. Проведено аналіз технології отримання електроенергії на базі фотовольтаїки, в результаті якого було виявлено основні вимоги до програмного засобу для підвищення ефективності сонячної енергетики за допомогою контролерів. Проаналізовано існуючі методи використання контролерів для збільшення продуктивності сонячних енергетичних установок.

2. Здійснено вибір апаратної частини системи керування автономною сонячною енергетичною установкою на основі штучного інтелекту. Проведений аналіз апаратного забезпечення дає змогу визначитись із параметрами для інтелектуальної системи, що дозволяє досягти оптимальних результатів в процесі тренування. Для створення середовища тренування нейронної мережі було розглянуто 3 панелі від виробника Astronergy, що при паралельному з'єднанні дають сумарні параметри: напруга – 39.38 В, сила струму – 27.81 А, потужність – 1095 Вт. Згодом після тренування системи ці значення можуть бути застосовані і для інших панелей.

3. Для тренування створеної нейронної мережі типу навчання з підкріпленням було створено симульоване середовище, в якому агент може змінювати напругу сонячних панелей для максимізації потужності сонячної електростанції. Винагорода, що надається агенту залежить від рівня потужності, яка надходить до акумуляторів. Середовище для контролера приймає за увагу основні фактори, що впливають на вироблення електроенергії. Створена система в умовах відсутності всієї інформації про середовище спромоглася перевершити продуктивність стандартних контролерів.

4. У спеціальному розділі з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях було розглянуто питання охорони праці в офісному приміщенні, виконано інтегральну оцінку умов праці та запропоновано заходи, спрямовані на їх покращення. Виконано аналіз мікроклімату в офісі, 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. Нечахін В. В. Система керування розподілом електроенергії на основі інтелектуальних технологій. Могилянські читання-2019, XXI Всеукраїнська науково-методична конференція: тези доповідей / ЧНУ ім. Петра Могили. 2019. С. 86-87.

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

АНОТАЦІЯ

Нечахін В. В. Система керування автономною сонячною енергетичною установкою на основі штучного інтелекту.

Магістерська робота спрямована на дослідження систем керування сонячними електростанціями за допомогою методів штучного інтелекту. Розглянуто типи контролерів заряду, методи відстеження точки максимальної потужності, алгоритми машинного навчання для реалізації

системи керування автономною сонячною енергетичною установкою. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у можливості їх запровадження в практику для підвищення потужності сонячних електростанцій.

Пояснювальна записка магістерської роботи складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та одного додатку. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення. У першому розділі досліджуються технології отримання електроенергії на базі фотовольтаїки, проводиться аналіз принципів сонячної енергетики та можливостей підвищення їх ефективності. У другому розділі здійснюється аналіз апаратного забезпечення, а саме сонячних панелей, акумуляторів, контролерів заряду та інтелектуальних блоків керування. Третій розділ присвячений застосуванню методів штучного інтелекту для задачі розподілу і керування виробництвом сонячної електроенергії. Також в даному розділі наведені результати роботи реалізованого програмного продукту. Також був розроблений розділ ООП, в якому розглянуто питання охорони праці в офісному приміщенні, виконано інтегральну оцінку умов праці та запропоновано заходи, спрямовані на їх покращення. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А наведений лістинг основних класів програми.

В цілому, магістерська робота без додатків містить 91 сторінку, 28 рисунків, 12 таблиць, 25 джерел посилання.

ABSTRACT

Nechakhin V. Autonomous solar power plant control system based on artificial intelligence.

The Master's thesis is aimed at the research of solar power plant management systems using artificial intelligence methods. The types of charge controllers, methods of maximum power point tracking, and machine learning algorithms for implementing the control system of an autonomous solar energy installation are considered. The practical significance of the R&D results is the ability to put them into practice to increase the power output for solar power plants.

The explanatory note of the master's thesis consists of an introduction, four sections, conclusions and one appendix. The introduction defines the relevance of the topic, the stated purpose, object, subject and tasks of the research and development. The first section explores photovoltaic electricity generation technologies, the analysis of the principles of solar energy and the possibilities of increasing their efficiency. The second section analyzes the hardware, namely solar panels, batteries, charge controllers, and smart controls. The third section is devoted to the application of artificial intelligence methods for the problem of distribution and control of solar electricity production. This section also contains the results of the implemented software product. A section on occupational safety was also developed to address occupational safety issues, integrate an assessment of working conditions and propose measures to improve them. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of the research and development. Annex A lists the major classes of the program.

In total, Master's Thesis without the enclosures contains 91 pages, 28 figures, 12 tables, 25 references.