

УДК 53.072;53:004, 621.311.243  
№ держреєстрації 0123U102960  
Інв. №

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЗАГАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ  
(ІЗЕ НАН УКРАЇНИ)**

03150, Київ, вул. Антоновича, 172; тел. (044) 294-67-01

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор ІЗЕ НАН України  
академік, д-р техн. наук, проф.



Віталій БАБАК

12.2024

**ЗВІТ**

**ПРО НАУКОВУ РОБОТУ**

**РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ  
МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СОНЯЧНИХ  
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

(СЕС)

(остаточний)

в рамках конкурсу проектів науково-дослідних робіт молодих учених  
НАН України  
за договорами від 03.07.2023 № 56-07/06-2023 та від 01.02.2024 №56-07/06-  
2024 між Національною академією наук України та Інститутом загальної  
енергетики НАН України

Наукова керівниця  
д-р філософ.

Анастасія СВЕРДЛОВА

2024

Рукопис закінчено 27 грудня 2024 р.  
Результати роботи розглянуто вченою радою ІЗЕ НАН України,  
протокол від 28 листопада 2024 № 18

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 78 с, 4ч., 6 табл., 37 рис, 41 джерело.

МОНІТОРИНГ, СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ, МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ, ПОГОДНІ ДАНІ, НЕЙРОННА МЕРЕЖА LSTM.

Об'єкт дослідження – сонячні електростанції та їх складові.

Мета роботи – удосконалення системи моніторингу СЕС із застосуванням апаратно-програмних засобів збору і аналізу великих даних в умовах віддаленості майданчиків сонячної електростанції на базі розподілених обчислювальних інфраструктур; розробка та тестування моделей прогнозування генерації сонячних електростанцій, з урахуванням впливу зовнішніх факторів, за допомогою різних методів аналізу часових рядів, зокрема одновимірних і багатовимірних моделей, для досягнення максимальної точності довгострокового прогнозування.

Методи дослідження – аналітичний огляд висвітлених в літературі технічних рішень; одновимірні методи прогнозування, багатовимірний аналіз з використанням нейронних мереж та алгоритмів машинного навчання.

У роботі проведено огляд підходів до моніторингу СЕС, виявлено їхні переваги та недоліки, що дає змогу обрати кращі практики та зрозуміти недоліки, яких треба уникнути.

Розглянуто передові методи аналізу великих даних, що дозволяють ефективно обробляти інформацію з великої кількості джерел, підвищуючи гнучкість та широту моніторингу.

Для забезпечення ефективності та надійності системи моніторингу визначено, яке обладнання необхідне для моніторингу СЕС та які є вимоги до його обслуговування.

Сформовано функціональну схему, яка визначає ключові етапи та компоненти процесу моніторингу, що є основою для подальшого проектування системи.

У роботі проведено огляд одновимірних і багатовимірних методів прогнозування генерації СЕС. Розглянуто їхні переваги та недоліки, зокрема точність передбачень на основі різних алгоритмів. За допомогою багатовимірної моделі LSTM вдалося досягти MAPE на рівні 6-8%.

Запропоновано новий підхід до прогнозування енергетичних навантажень за допомогою нейронних мереж LSTM, що дозволяє враховувати багатовимірні показники, такі як погодні дані. Для покращення точності прогнозування було враховано деградацію сонячних панелей шляхом додавання до стану LSTM-комірки фактору розпаду, який явно моделює поступове зниження продуктивності з часом.