

# **ДОСЛІДЖЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ФОТОВОЛЬТАІЧНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ**

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*В роботі проведено дослідження встановлення фотовольтаїчної електричної станції.*

**Ключові слова:** втрати електроенергії, фотовольтаїчна електрична станція.

## **Abstract**

*The study of the installation of a photovoltaic power plant was carried out.*

**Keywords:** electricity losses, photovoltaic power plant.

## **Вступ**

Генерація електричної енергії фотовольтаїчними електростанціями (ФЕС) носить імовірнісний характер. Впродовж доби можливі часті зміни величини генерованої активної потужності в значному діапазоні, в той час як для надійного забезпечення споживачів електричною енергією в електроенергетичній системі (ЕЕС) повинен зберігатись баланс активної потужності, тобто генерація електричної енергії повинна відповідати споживанню. Для забезпечення балансу ЕЕС повинна мати певну кількість генеруючих потужностей, що можуть змінювати свою робочу потужність у відповідності до зміни навантаження (зростання або зменшення). Збільшення в балансі ЕЕС частки електростанцій негарантованої потужності, таких як ФЕС, може привести до зростання варіативності навантаження балансуємих електростанцій. Недостатність регулюючого діапазону або швидкості реагування балансуємих електростанцій на зміни навантаження ЕЕС може привести до виникнення дефіциту потужності та, тим самим, позначитись на надійності забезпечення електричною енергією споживачів [1].

## **Результати досліджень**

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження геліосистем як теплоенергетичного, так і фотоелектро-енергетичного обладнання практично на всій території. Взагалі територія України є зоною середньої інтенсивності сонячної радіації. Сонячне випромінювання в Україні становить 3500 - 5200 МДж / м<sup>2</sup> на рік. У той же час в нашій країні більше сонячних годин на рік, ніж в половині країн ЄС, що робить її дуже привабливою в плані інвестицій в місцеву геліоенергетику.

До елементів СЕС відносяться:

1. Фотоелектричні панелі (сонячні модулі), які перетворюють сонячну енергію в електричну;
2. Контролер, для управління сонячною фотоелектричною системою, який не допускає перевантаження системи або зворотного струму в нічний час;
3. Акумулятор, який потрібен для накопичення електроенергії, що генерується сонячними модулями;
4. Інвертор, що перетворює постійний електричний струм від сонячних батарей в змінний, який необхідний для живлення електроприладів;
5. Електричний лічильник, що фіксує кількість електроенергії, яка подається в загальну мережу або споживаної при необхідності.

Наявність альтернативних джерел енергії спричиняє зміни у структурі енергосистеми і режимах її роботи:

- більшість розподілених джерел електроенергії під'єднанні до розподільної мережі;

- потужність генерації сонячних джерел електроенергії визначається зовнішніми факторами і мало залежить від режиму роботи електричної мережі, до якої вони під'єднанні;
- сонячні установки можуть мати коливальний або переривчастий характер генерації потужності;
- більшість розподілених (відновлюваних) генераторів під'єднанні до мережі за допомогою силових електронних перетворювачів (інверторів), які дуже чутливі до рівнів напруг.

Для якісного оцінювання впливу генерації ФЕС на розподільну мережу, треба враховувати такі аспекти функціонування енергосистеми, як контроль напруги та втрати потужності в ній.

Моделювання та аналіз впливу сонячних електростанцій на режими виконано для електричної мережі південно-західної частини ОЕС України. Вихідна схема мережі є фрагментом електричної мережі акціонерного товариства «Вінницяобленерго». Власна генерація у досліджуваному фрагменті електричної мережі відсутня. Моделюються і аналізуються режими при підключенні ФЕС, до шин 504 вузла (рисунок 1).

Розрахунки усталених режимів роботи електричної мережі проводились з використанням програмного комплексу «ВТРАТИ-110».

Сумарне надходження потужності в мережу від зовнішніх джерел становить 135,1 МВт. Втрати активної потужності становлять 3,1 МВт. Втрати електроенергії 2,53%.

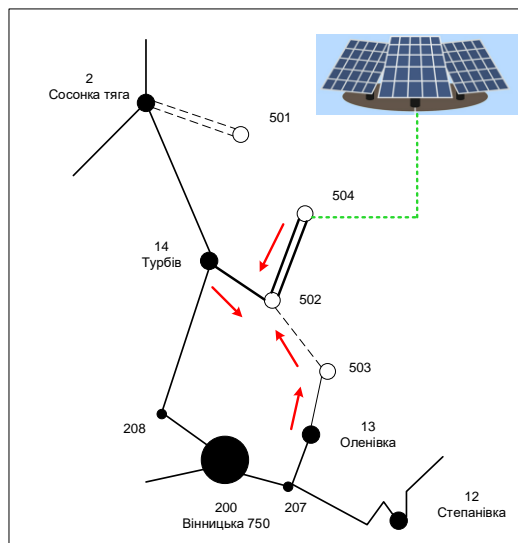


Рисунок 1 – Розташування підключення ФЕС у фрагменті мережі

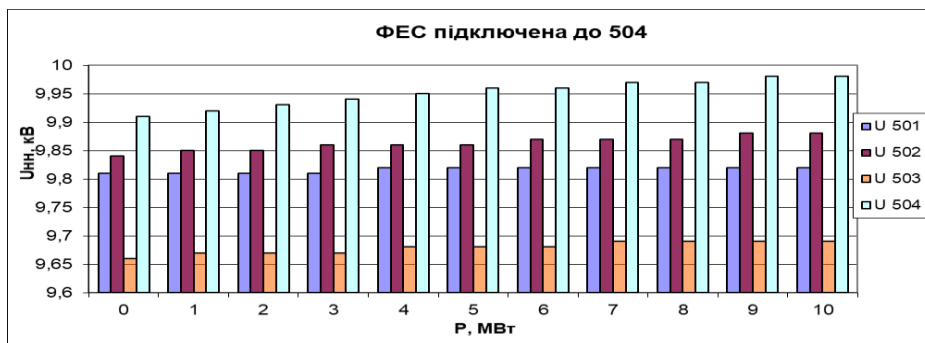


Рисунок 2 – Рівні напруг на низькій стороні підстанцій 501-504 при підключенні ФЕС до 504 вузла

У процесі моделювання активна потужність ФЕС покроково збільшується від нуля до максимальної 10 МВт з кроком 1 МВт.

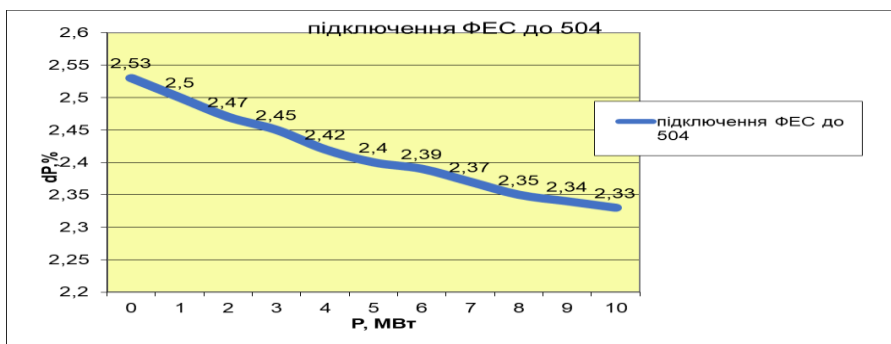


Рисунок 3 – Втрати електроенергії у мережі при різних встановлених потужностях ФЕС

### Висновки

Аналіз впливу потужності кожної із ФЕС на напруги у контрольних вузлах показує, що:

– збільшення генерації сонячної електростанції у вузлі 504 практично не впливає на рівні напруг у контрольних вузлах (рисунок2). Втрати активної потужності в мережі при збільшенні генерації до 10 МВт зменшується від 2,53 % до 2,33 % (рисунок3);

– підключення ФЕС до інших нових вузлів призводить до схожих результатів.

Таким чином підтверджено вплив сонячних електростанцій на роботу електроенергетичної системи. Втрати потужності в мережі залежать від потужності генерації ФЕС. Якщо навантаження шин більше або дорівнює потужності джерела на кожній шині, то втрати зменшуються по всіх лініях у розподільній мережі. При збільшенні потужності ФЕС відносно навантаження, втрати збільшуватимуться через перерозподіл потоків потужності в мережі. Тому потрібно контролювати процес такого генерування і керувати ним.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кацадзе Т.Л., Ерст В.В. Джерела розподіленої генерації в електричних мережах // Міжнародний науково-технічний журнал молодих вчених, аспірантів і студентів «Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматики». – 2017. –С. 181-184.

2. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Ковальчук О.А., Хоменко В.О. Розосереджені джерела електроенергії в електричних мережах // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – 2011. – № 1. – С. 104–108.

3. ДСТУ 8635:2016 Геліоенергетика. Площинки для фотоелектричних станцій. Приєднання станцій до електроенергетичної системи.

**Піскунічев Євгеній Анатолійович** — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, група ЕСМ-21м, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Сікорська Олена Вікторівна** — кандидат технічних наук, старший викладач, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olenasikorska@ukr.net](mailto:olenasikorska@ukr.net)

Науковий керівник: **Нетребський Володимир Васильович** — кандидат технічних наук, доцент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [netrebskiy@ukr.net](mailto:netrebskiy@ukr.net)

**Piskunichiev Y.** - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine;

**Sikorska O.** - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Vinnitsa National Technical University, docent of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine

Supervisor: Netrebskiy V. – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.),docent, Vinnitsa National Technical University, docent of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: netrebskiy@ukr.net