

# АНАЛІЗ ПРИЧИН НЕДОВІДПУСКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРИКЛАДІ МЕРЕЖЕВИХ ПРОМИСЛОВИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

**Бабенко О.О., студентка**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії*

**Вступ.** Станом на вересень 2020 року частка електроенергії, згенерованої фотоелектричними станціями (ФЕС), зросла до 9,11% від загальної встановленої потужності Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України [1]. Тому гостро постає проблема відмов обладнання на промислових ФЕС, що призводить не лише до енергетичних, а й до економічних втрат. У викладеному матеріалі розглянуто роботу промислових фотоелектричних станцій потужністю 5-15 МВт у Миколаївській, Херсонській та Вінницькій областях.

**Мета роботи.** Відповідно до звіту «Технічні ризики в проектуванні ФЕС» [2], відмови можна класифікувати за компонентами (фотоелектричні модулі, інвертори, монтажна конструкція, з'єднувальні та розподільчі коробки, кабелі, вирівнювання потенціалів та заземлення, система блискавко захисту, метеостанція, зв'язок та моніторинг, трансформаторна станція, вплив на інфраструктуру та навколишнє середовище, система зберігання та ін.) та стадіями будівництва (випробування обладнання, планування/розробка фотоелектричної станції, її монтаж. Крім того, електростанції підключаються до електричної мережі, яка може спричинити збої, такі як коротке замикання та перенапруга або ж систематичні обмеження потужності ФЕС з боку локальних районних мереж у зв'язку з проведенням планових, термінових чи аварійних робіт. Вищеперераховані причини призводять до втрат генерації та значних збитків у разі несвоєчасного технічного обслуговування та ремонту ФЕС.

**Матеріали й результат дослідження.** Для аналізу було взято реальні данні щодо обмежень, поломок та відмов обладнання на ФЕС, де використовуються центральні мережеві інвертори двох різних виробників зі схожим номіналом потужності.

Основні параметри розглянутих станцій наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри досліджуваних станцій

Назва станції	Встановлена потужність, кВт	Потужність інвертора, кВт	Дата введення в експлуатацію
Вінницька область			
СЕС Погребище	9 000	1 165	04.12.2019
СЕС Білашки	7 000	1 165	13.02.2020
Миколаївська область			
СЕС Афанасіївка	15 000	1000	01.03.2019
СЕС Базальтова	15 000	1 165	01.06.2019
СЕС Новокондакове	15 000	1 165	01.04.2019
Херсонська область			
СЕС Любимівка	9 000	1 165	04.08.2019
Дніпропетровська область			
СЕС Балівка	16 000	1 000	29.01.2020

Спостереження за станціями проводилися протягом 2020 року. Було виділено основні причини простою станції та її обладнання: пошкодження інверторів (відмова біполярного транзистора з ізольованим затвором (IGBT-модуль), захист від перенапруги, несправність МРРТ-трекера, перегрів, спрацювання контакторів змінного або постійного струмів та запобіжників); несправності силових трансформаторів (спрацювання запобіжників та газового реле, низький рівень оливи та її протікання, пробої, розгерметизацію бака, тощо); відключення мережі (враховуючи обмеження потужності, що були накладені оператором диспетчерського пункту).

Отримані статистичні данні наведені на рисунку 1.

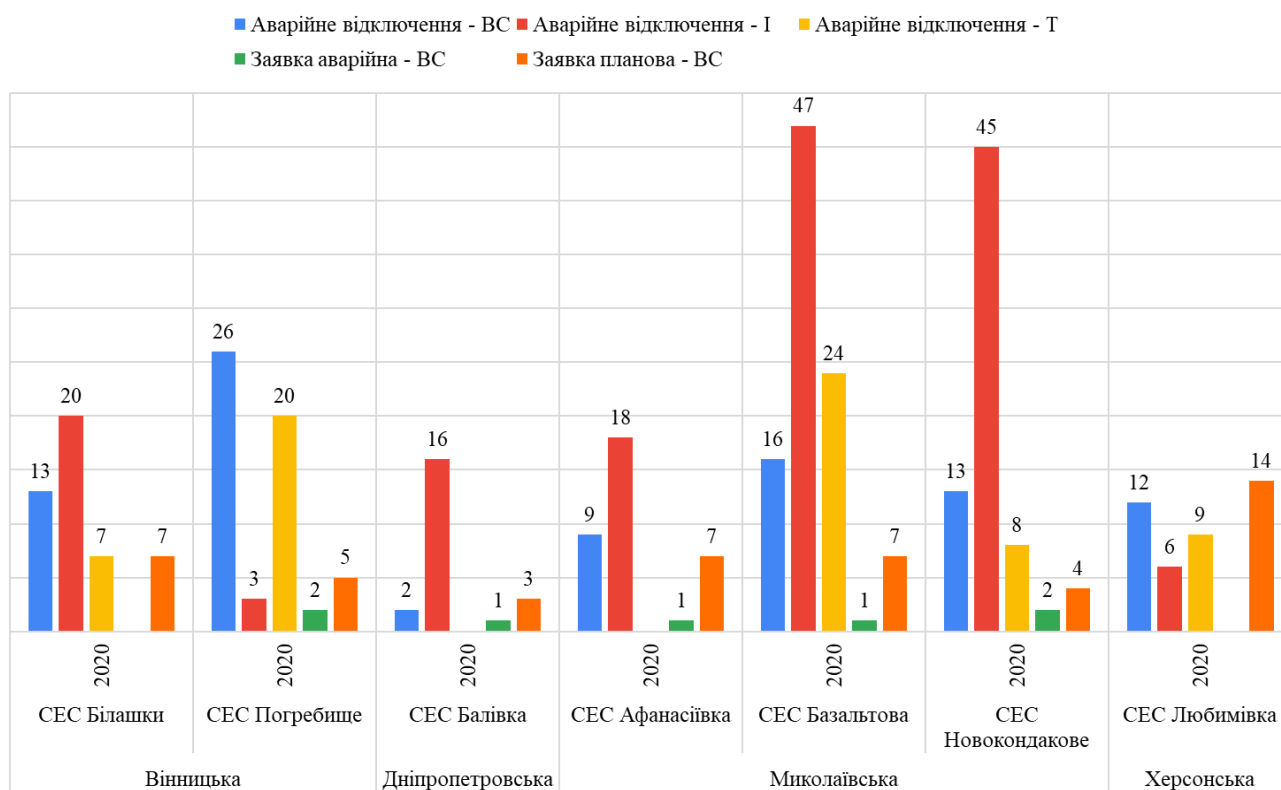


Рисунок 1 – Кількість відключень по кожній ФЕС (І – інвертор, Т – трансформатор, ВС – вся станція)

Найбільшу кількість відключень мають інвертори потужністю 1165 МВт від європейського виробника: на 1 МВт встановленої потужності зафіксовано від 2,86 до 3,13 аварійних відключень інверторів, тоді як ФЕС Погребище та ФЕС Любимівка демонструють значно менші значення того ж параметру – 0,33 та 0,78 відповідно. Причиною отриманого результату може слугувати потужність станцій, адже менший площа дозволяє більш детально оглядати обладнання та оперативніше реагувати на відключення. Наприклад, на СЕС Любимівка 6 з 7 несправностей стосувались двох інверторів, а на ФЕС Базальтова з 47 неполадок 32 відносилися до чотирьох інверторів, що свідчить про затримки у ремонті обладнання через недостачу сервісного персоналу або запасних частин на станції. ФЕС Афанасіївка та ФЕС Балівка на 1 МВт встановленої потужності мають 1 та 1,2 аварійних відключень трансформатора.

Найбільше планових відключень зазнала ФЕС Любимівка (загальні втрати склали 102 МВт·год, що еквівалентно 13 600 €). Це пояснюється будівництвом нової ПЛ-750 кВ «Запорізька АЕС – Каховська».

Втрати електроенергії зображені на рисунку 2.

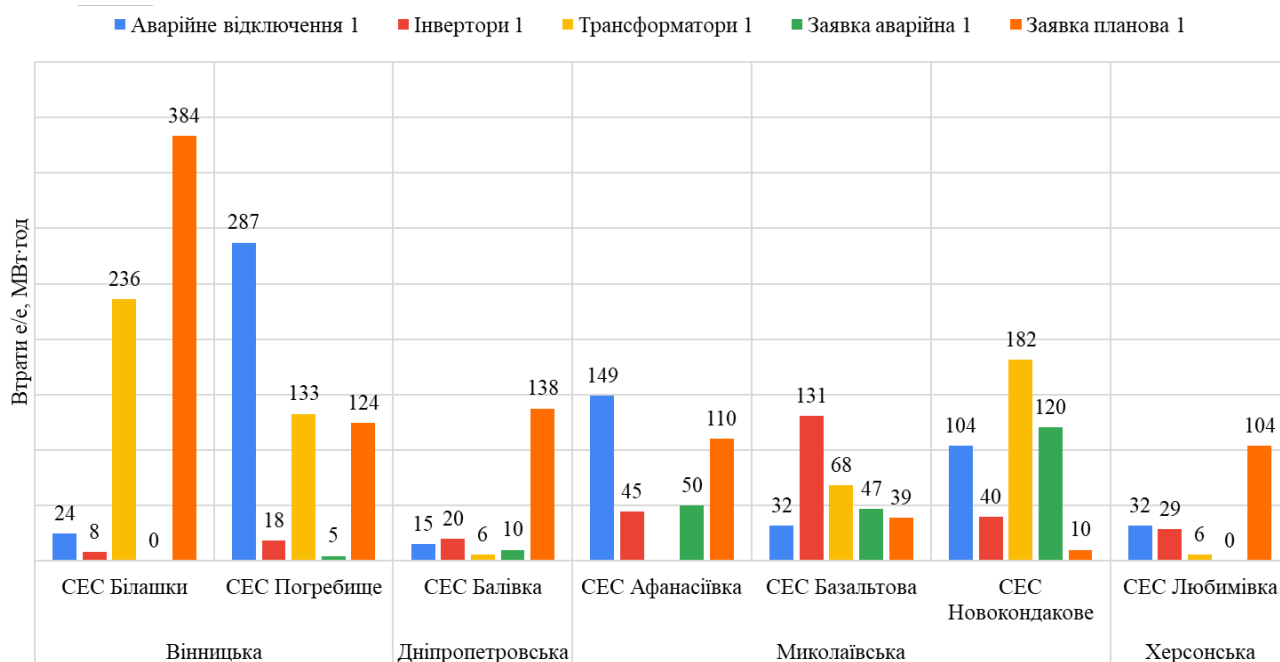


Рисунок 2 – Втрати електроенергії на обраних ФЕС

**Висновки.** Загалом, 24% всіх втрат припадають на аварійні відключення станцій через невідповідність параметрів якості мережі, 23,3% невідпуску стається через несправності силових трансформаторів. Ще 33,6% втрат відбуваються через обмеження та відключення ФЕС з боку локальних районних мереж. Лише 10,7% втрат спричиняють поломки інверторів. Таким чином, отримані результати частково співпадають з [3], хоч і різняться часткою втрат, що припадає на поломку DC/AC перетворювачів.

#### Перелік посилань

1. Встановлена потужність енергосистеми України на 09/2020 – НЕК «Укренерго» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny/>
2. David, M.; Jahn, U.; Tjengdrawira, C.; Theologitis, I.T. “Technical risks in PV projects— Report on technical risks in PV project development and PV plant operation” Solar Bankability. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.solarbankability.org/fileadmin/sites/www/files/documents/D1.1\\_2.1\\_Technical\\_risks\\_in\\_PV\\_projects.pdf](http://www.solarbankability.org/fileadmin/sites/www/files/documents/D1.1_2.1_Technical_risks_in_PV_projects.pdf)
3. I. Lillo-Bravo, P. González-Martínez, M. Larrañeta, and J. Guasumba-Codena. Impact of Energy Losses Due to Failures on Photovoltaic Plant Energy Balance. *Energies Journal*, vol.11, no.2, pp. 363, 2018.