

# ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ВДЕ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМУ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*В роботі проведено дослідження розвитку ВДЕ в Україні. Розглянуто доцільність запровадження систем акумулювання електроенергії на прикладі добового графіку споживання та генерування електроенергії.*

**Ключові слова:** відновлювальні джерела енергії, накопичувач, потужність, генерування, сонячні електричні станції, маневрування.

## RESEARCH DEVELOPMENT OF RES AND EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF ELECTRICITY ACCUMULATION SYSTEMS IN THE ENERGY SYSTEM

### Abstract

*The paper deals with the development of RES in Ukraine. The feasibility of introducing electricity storage systems on the example of a daily schedule of electricity consumption and generation is considered.*

**Keywords:** renewables, storage, power, generation, solar power plants, maneuvering.

### Вступ

Сонячна енергетика України на даний момент переживає доволі значні зміни, які пов'язані із тим, що відбувається стрімке нарощування потужностей промислових ФЕС. Однією з причин переходу до відновлюваних джерел енергії є зниження вартості технологій генерації сонячної енергії. Технології та ринки змінюються дуже швидко, а з ними і старіють будь-які прогнози, тому і виникає необхідність в аналізі та розробці нових планів дій. [1]

В зв'язку з тим, що розвиток сонячної енергетики України не стоїть на місці виникають питання, а яким чином наростити потужності ВДЕ, але в той же момент не погіршити екологічне становище. Розвиток ВДЕ не скасовує потреби в маневрених потужностях, здатних регулювати добові та сезонні коливання в споживанні електроенергії. Крім цього, слід враховувати розвиток і інших видів генерації. Стихийне і незбалансоване зростання потужності ВЕС і СЕС може призвести до обмежень цих джерел з видачі електроенергії, а також збільшення працюючих вугільних енергоблоків у якості маневрених потужностей. Така перспектива виглядає абсурдною, адже навіщо розвивати ударними темпами екологічно чисті джерела, щоб потім замінювати їх за допомогою спалювання вугілля. Тому і виникає необхідність в аналізі даного питання, а також дослідження перспектив розвитку відновлювальної енергетики в цілому, зокрема сонячної енергетики. [2]

Випереджаючий розвиток у світовій енергетичній сфері потужностей ВДЕ з нестабільною генерацією каталізував зусилля з модернізації інфраструктури енергосистем з відповідним розвитком регулюючих та резервних засобів регулювання електропостачання, як засобів резервування нестабільної генерації для підвищення «гнучкості» енергосистеми. Системи зберігання енергії, що акумулюють енергію на різних рівнях, використовуються для оперативного регулювання режиму енергосистеми та управління коливаннями потужності електромережі.

**Метою роботи** є проведення обґрунтування використання накопичувача для компенсації нестабільності роботи ФЕС та розгляд заходів щодо оптимізації потужностей накопичувачів для їх оптимального інтегрування.

### Результати дослідження

В енергетичній системі повинен виконуватись баланс по виробленню та споживанню електричної потужності. Тобто електричні станції мають повністю покривати потужності навантаження, а також втрати, що виникають при передачі електроенергії. Це означає, що навантаження рівне сумі всіх потужностей генерувань станціями, або іншими словами для покриття навантаження в енергосистемі

повинно генеруватись рівно стільки потужності, скільки необхідно для балансування потужності, якщо такий баланс не відбуватиметься, це суттєво погіршить нормативні показники якості електричної енергії. [1]

Для України, виходячи з її географічного положення, потенційно перспективним є нарощування генерування сонячних електричних станцій. Як відомо СЕС не можуть стабільно на протязі всієї доби покрити потреби в енергоспоживанні, тому доцільним є запровадження САЕ (систем акумулювання електроенергії).

Зменшуючи генерування теплових станцій, нарощується потужність САЕ, оскільки збільшується потужність СЕС.

Системи акумулювання електроенергії являють собою накопичувачі, які будуть працювати за принципом, що при збільшенні потужності генерування СЕС в ОЕС України виникне доволі таки великий залишок електроенергії який при мінімальних навантаженнях в енергосистемі, не буде потрібний споживачам, але в той же час дану енергію можна накопичити в САЕ, що дасть змогу в піки споживання видати дану потужність та покрити дефіцит та й зрештою зменшити вартість електроенергії в умовах впровадження балансуєчого ринку.

Потужність виробництва електроенергії на СЕС та ВЕС може різко змінюватися і слабо прогнозована через пряму залежність від зміни погоди — наявності сонця та вітру. Тому, щоб зберегти в енергосистемі баланс споживання та виробництва електроенергії, потрібен великий резерв потужностей для маневрування — швидкого завантаження і розвантаження енергоблоків у разі коливань виробництва електроенергії на ВЕС та СЕС. В енергосистемі України для маневрування використовують гідроелектростанції (ГЕС) та вугільні ТЕС, на які припадає більша частка навантаження. [1]

Виходячи з цього впливає такий зв'язок, що для того щоб наростити ємності САЕ необхідно задатися певним порядком нарощення потужностей ВДЕ в ОЕС. Проаналізувавши основні джерела генерування потужності в ОЕС можна зазначити, що із всіх джерел, які генерують потужності в енергосистему, при запровадженні САЕ та нарощенні потужностей ВДЕ в енергосистемі залишаться сталими, немає необхідності їх змінювати, а саме – це потужності АЕС, ТЕЦ, ГЕС(ГАЕС), тобто вони мають залишитися сталими, а в свою чергу зміняться потужності ТЕС, ВДЕ та САЕ. На прикладі добового графіку споживання електроенергії (рисунок 1), можна виділити як будуть проходити зміни при нарощуванні потужності ВДЕ впроваджені САЕ та виводі ТЕС на стабільний графік (рисунок 2).

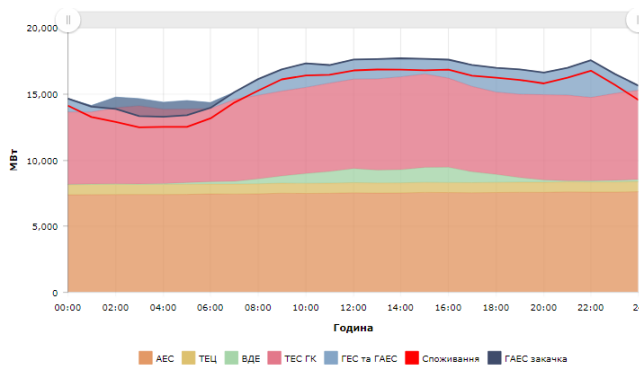


Рисунок 1 - Середній добовий графік генерування потужності за весняно-літній період

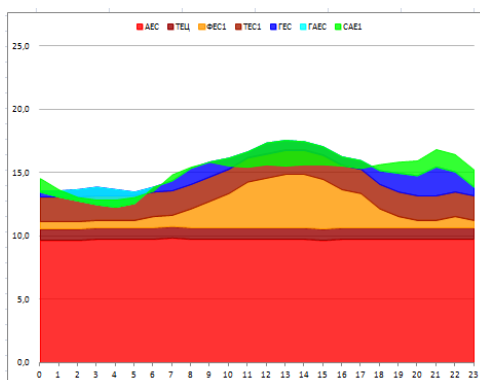


Рисунок 2- Ефективне впровадження САЕ та збільшення генерування ВДЕ при стабільній роботі ТЕС на зменшеній потужності

Проаналізувавши типові графіки генерування та споживання ОЕС України, за даними НЕК «Укренерго» було промодельовано ситуацію, коли генерування ВДЕ досягне позначки 6 тис. МВт . В результаті проведеного аналізу було змодульовано типову потужність яку повинна мати САЕ при збільшенні генерування ВДЕ (рисунок 3) [3]

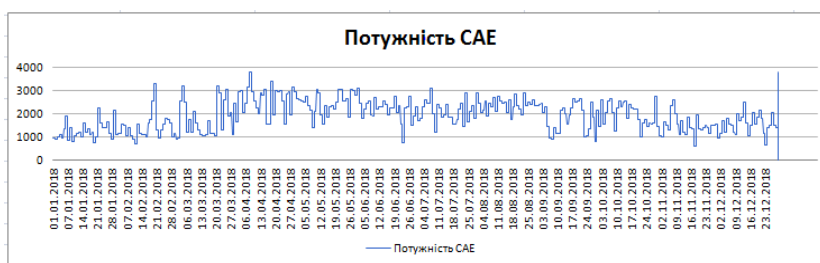


Рисунок 2.9 - Потужність САЕ, яка необхідна бути в системі для забезпечення стабільної роботи.

### Висновки

Проаналізовані дані показують, що на даний момент в Україні відбувається стрімкий розвиток та будівництво ВДЕ. Як відомо ВДЕ(СЕС) не можуть стабільно на протязі всієї доби покрити потреби в енергоспоживанні, тому виникло питання доцільності запровадження САЕ для того щоб покривати даний графік навантаження. Тому в результаті проведення дослідження було проаналізовано та з'ясовано, що запровадження САЕ буде доцільним як в екологічному плані так і в енергетичному.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Ковальчук О.А., Хоменко В.О. Розосереджені джерела електроенергії в електричних мережах // Вісник Чернігівського держ. технологічного ун-ту. – 2011. – №1. – С. 104–108.
2. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://eenergy.com.ua/news/sonyachna-energetyka-v-ukrayini-2019/>.
3. Добовий графік виробництва/споживання електроенергії [Електронний ресурс] // Офіційний сайт НЕК УКРЕНЕРГО – Режим доступу: <https://ua.energy/diyalnist/dyspetcherska-informatsiya/doboviy-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/>

**Мостовий Владислав Іванович**— студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [2e15b.mostovyi@gmail.com](mailto:2e15b.mostovyi@gmail.com)

**Mostovyi Vladislav I.** - student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: [2e15b.mostovyi@gmail.com](mailto:2e15b.mostovyi@gmail.com)