



Рисунок 2 – Модель електричної мережі з ФЕС

Інтеграція до моделі вимірювальних приладів дозволить оцінити параметри режимів роботи електричної мережі та встановити вплив ФЕС на них.

### Список використаних джерел

1. National Renewable Energy Laboratory [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nrel.gov/>
2. MathWork Help Center [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ref/pvarray.html>

УДК 621.316

## ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ СХОВИЩ ДЛЯ БАЛАНСУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

**Шкраб Є. С.**, здобувач вищої освіти гр. ЕМ-191  
 Науковий керівник: **Буйний Р. О.**, к.т.н., доцент  
 Національний університет «Чернігівська політехніка»

Одним із вагомих відкриттів кінця ХІХ століття було винайдення джерела хімічного струму, яке можна було перезаряджати – акумулятора. ХХІ століття – це століття великих відкриттів та інновацій, саме в даний час людство стало залежним від електроенергії. В даний час акумулятори знайшли широке застосування і різних сферах життєдіяльності людини – як основне, так і резервне джерело електричної енергії, зокрема в переносних ліхтариках, мобільних телефонах, електровелосипедах та електромобілях, телефонних і електричних станціях, космічних апаратах тощо.

Як відомо, у енергосистемі для кожного моменту часу повинен зберігатися баланс активної потужності – потужність, що відпускається з електростанцій повинна дорівнювати потужності, яка необхідна споживачам. Для підтримання такого балансу використовуються так звана маневрена генерація. Найбільшу ефективність маневрування мають ГЕС та ГАЕС.

В Україні, в даний час, 50% всієї електроенергії виробляють на АЕС, що вимагає значних маневрених потужностей. Ситуація щодо балансування ускладнюється ще й тим, що за останні декілька років введено в експлуатацію значні потужності негарантованої генерації –

відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Станом на кінець 2020 року установлена потужність ВДЕ вже досягла 8,1% від загальної встановленої потужності в ОЕС України [1].

По експертним оцінкам до 2025 року в ОЕС України необхідно буде створити близько 2,5 ГВт нових маневрових потужностей, що дозволить інтегрувати нашу енергосистему на паралельну роботу з енергосистемою Європейського Союзу (ЄС). Нормативи ЄС вимагають наявності потужності засобів балансування на рівні 25-30% від встановленої потужності ВДЕ. На рисунку 1 наведена ретроспективна, поточна та перспективна кількість резервних маневрових потужностей в ОЕС України за їх видами. З цього рисунку видно, що до 2025 року планується ввести в експлуатацію таку величину маневреної потужності, яка дорівнює приблизно тій, що знаходиться зараз в експлуатації. Слід також зазначити, що нові типи маневрових потужності, зокрема акумуляторного типу, будуть витіснити існуючі малоефективні – наприклад теплову генерацію[2].



Рисунок 1 – Розвиток резервів потужності в ОЕС України

В даний час світова тенденція розвитку маневрових потужностей направлена на застосування саме акумуляторних сховищ – так званих Energy Storage, які мають наступні переваги [2]:

- розрахункова кількість циклів зарядів/розрядів піддається прогнозуванню;
- малі втрати ємності з плином часу;
- низький рівень саморозряду;
- здатність працювати в широкому діапазоні робочих температур;
- мінімальні вимоги до експлуатаційного обслуговування;
- мінімальні вимоги до експлуатаційного обслуговування.

Саме ці переваги задовольняють вимогам, які висувуються до маневрових потужностей в енергосистемах, зокрема енергосистемі ЄС:

- річна кількість запусків/зупинок повинна бути не менше, ніж 1500 разів на рік;
- вихід на повну потужність повинен відбуватися за час, який не перевищує 2 хвилини;
- не споживати енергію під час перебування в резерві;
- вирівнювати графік навантаження в мережі.

На сьогодні одне з найбільших акумуляторних сховищ в світі знаходиться в місті Отай Меса, його встановлена потужність складає 250МВт. Проте в 2021 році в місті Мос-Ландінгу (штат Каліфорнія, США) планують ввести в експлуатацію перші 100 МВт з 1,2 ГВт акумуляторного сховища [3].

Балансування потужності наразі один з найшвидших напрямків розвитку в світовій енергетиці. В США вже експлуатується акумуляторні сховища з сумарною потужністю понад 750 МВт, а в Великобританії – понад 900 МВт [3]. В планах НЕК «Укренерго» в Україні також заплановано спорудження систем накопичення енергії. Існуючі темпи розвитку ВДЕ вказують на те, що до 2023 року необхідні потужності систем накопичення енергії в Україні повинні становити 1,5 ГВт:

- первинного регулювання – потужністю 200 МВт (ємність 300 МВт-годин);
- вторинного регулювання – потужністю в 500 МВт (ємністю 1000 МВт-годин);
- регулювання пікових навантажень – потужністю в 800 МВт (ємністю 3200 МВт-годин) [4].

З вищезазначеного видно, що в даний час світова енергетика зазнає корінних змін за структурою генеруючих потужностей та засобів балансування. Не виключенням із цього є ОЕС України, яка є складним високотехнологічним комплексом із вже приєднаною значною кількістю ВДЕ. Реалізація вищезазначених заходів із запровадження акумуляторних сховищ тільки частково дозволить вирішити проблему забезпечення балансу потужності в ОЕС України.

#### **Список використаних джерел**

1. Частина та графік виробництва електроенергії [Електронний ресурс] // НЕК «Укренерго» [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://ua.energy/>
2. Подальший розвиток ВДЕ та систем накопичення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/mjir>
3. Розвиток акумуляторних сховищ в інших країнах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/mxlj>
4. Розвиток Energy storage в Україні [Електронний ресурс] // SPN Group [офіційний веб портал]. – Режим доступу: <https://energystorage.com.ua/>

---

УДК 621.311

### **ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДУГОВИХ ПЕРЕНАПРУГ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 6-35КВ.**

**Веселов М. О.**, здобувач вищої освіти групи МЕМп-201

**Діхтярук І. В.**, к.т.н., доцент каф. ЕІ та ІВТ

*Національний університет чернігівська політехніка*

Замикання на землю струмопровідних частин в електричних установках є одним з найбільш поширених видів ушкоджень в електричних мережах. В розподільних мережах 6-35 кВ ці ушкодження складають не менше 75% від загального числа ушкоджень.[1] Однофазні замикання в мережі, особливо при малих струмах рідко переходять в стійкі однофазні пошкодження. Дуговий процес замикання, як правило, набуває нестійкий характер, при якому мають місце багаторазові гасіння і запалення заземлюючої дуги (поведінка дуги набуває перемежовуючий характер). Крім того, цей процес супроводжується виникненням значних перенапруг, які самі по собі або при їх накладенні на перехідні процеси іншого виду (наприклад, комутаційні перенапруги при включенні) можуть бути небезпечними для ізоляції обладнання мережі[3].

Небезпека дугових перенапруг визначається не стільки їх величиною, скільки тривалістю їх існування і тим, що вони охоплюють всю мережу (внаслідок відносно низької частоти протікання), створюючи можливість пробойів ослаблених місць ізоляції