

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ БАЛАНСОВОЇ НАДІЙНОСТІ
ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З
КОМБІНОВАНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ НА БАЗІ ВДЕ**

Лисенко О.В., к.т.н., доцент

e-mail: ea@tsatu.edu.ua

Адамова С.В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Оцінка якості роботи електротехнічних систем з комбінованою генерацією різного рівня локальності, їх енергетична ефективність та оптимальність побудови висуває потребу у критеріях, що характеризують вимогам, які висуваються [1]. При проведенні оцінки за економічними показниками енергосистем з (відновлюваними джерелами енергії) ВДЕ необхідно мати на увазі раціональне використання енергії, що виробляється. Індекси енергоефективності енергетичної системи стосуються режимів, як браку потужності генерації, так і надлишкової генерації. Режим повного балансу або нульового небалансу має нульову імовірність, але при застосуванні акумулюючих та допоміжних маневрових потужностей може мати цілком протяжну тривалість, що забезпечує відхилення небалансу в заданих межах.

Основні матеріали дослідження. Традиційний підхід до оцінки правильності конфігурації потужностей полягає у забезпеченні балансової надійності або адекватності системи генерації, тобто її здатності забезпечувати покриття попиту в електричній потужності та енергії заданої якості при планових та очікуваних (вірогідних) режимах споживання.

Основними показниками, що характеризують адекватність генерування стосовно рівня споживання вважаються такі індекси, як частота втрати навантаження *LOLF* (loss of load frequency), імовірність втрати навантаження *LOLP* (loss of load probability), очікувана втрата навантаження *LOLE* (loss of load expectation), тривалість втрати навантаження *LOLD* (loss of load duration), а також індекс очікуваної недоданої енергії *EENS* (expected energy not served) [2]. Обсяг нестачі енергії через недостатню генерацію характеризується такими індексами, як імовірність втрати енергії *LOEP* (loss of energy probability) та очікувана втрата енергії *LOEE* (loss of energy expectation).

Є різні методики визначення такого роду індексів. В цілому вони визначаються:

$$LOLE = \sum_{i \in S} p_i T_i, \quad (1)$$

де S – множина всіх станів системи, що асоціюються з втратою навантаження,
 p_i – імовірність перебування системи в i -му стані;
 T_i – тривалість стану (дискретність по часу).

LOLE – це середня кількість днів чи годин за певний період (як правило за рік), коли пікові навантаження перевищують досягнути потужність генерації. Цей показник не відображає ні частоти, ні обсягу появи дефіциту потужності, але він широко вживається.

Схожий показник – це імовірність втрати навантаження *LOLP* (loss of load probability). Це прогнозована кількість часу в довгостроковій перспективі, коли

очікуване навантаження буде більшим, ніж потужність наявних генеруючих потужностей. Одне з формулювань цього індексу [73]:

$$\text{При цьому існує залежність } LOLE = LOLP \cdot T, \quad T = \sum_i T_i.$$

$LOLD = LOLE / LOLF$ – середня очікувана тривалість втрати навантаження.

$LOLF$ вимірюється в кількості випадків на рік.

Індекси $LOLP$ або $LOLE$ не показують сумарний дефіцит потужності, при відключенні споживачів.

Широко застосовується показник втрати навантаження – індекс очікуваної відсутності енергії $EENS$ (expected energy not served) або EUE чи EEU (expected unserved energy).

Популярним для оцінки електротехнічних систем з комбінованою генерацією (рисунок 1) є індекс імовірної втрати живлення $LPSP$ (loss of power supply probability) – це показник, що відображає імовірність втрати можливості до забезпечення енергією потреб споживача, аналогічно до $LOLP$. Інша назва – дефіцит потужності (DPS - deficiency power supply). Оскільки умова забезпечення потужності може виконуватися не в кожен момент часу t , показники (індекси) надійності визначаються як імовірні величини.

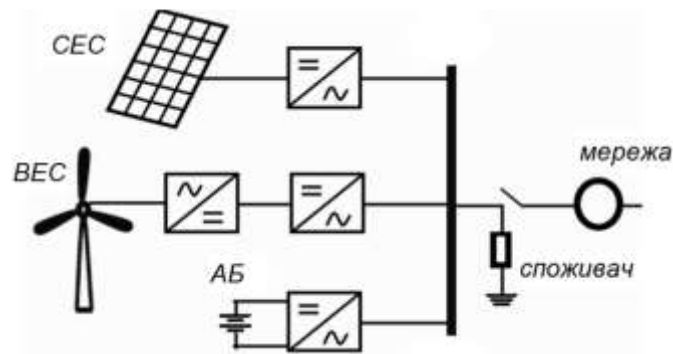


Рисунок 1. Електротехнічна система з комбінованою генерацією з акумулюванням енергії

Також необхідним виявляється індекс $LPSP$, який може бути визначений як відношення всієї нестачі енергії до загальної потреби на часовому інтервалі T .

Відхилення генерованої потужності від потреб споживання може призвести до коливань напруги. Показником якості профілю напруг (voltage quality) може слугувати величина відносного відхилення поточної напруги від нормальної $VQ(T)$.

Висновок. Величина показника балансової надійності обирається на базі визначення необхідного рівня надійності, що покриває потребу споживачів в електроенергії, при якому додаткові витрати на його підвищення для (об'єднаної енергетичної системи) ОЕС стають більшими, ніж компенсація вірогідного рівня збитків споживачів. Вибір індексів залежить від поставленої мети під час проектування чи організації роботи енергосистеми, а тому носить ситуативний характер з використанням належних експертних оцінок.

Список використаних джерел.

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. [Чинний від 1989-15-11]. М.: Издательство стандартов, 1990. 37 с.

2. Кузнецов М. П., Лисенко О. В., Мельник О. А. Особливості стохастичної оптимізації гібридних енергосистем на базі ВДЕ. Відновлювана енергетика. 2018. № 2 (53). С. 6-16.