

ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМАХ З УСТАНОВКАМИ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Дерев'янюк Д. Г., Панасенко В. С., Масло О. С.

*Інститут енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

Проведено оцінку показників надійності електропостачання та доведено необхідність введення нових показників для локальних систем з установками відновлюваної енергетики.

Постановка проблеми. Електроенергетична система (ЕЕС) України являється складним об'єктом, який містить елементи з різними функціональними параметрами та характеристиками. Вона складається з регіональних електроенергетичних систем і функціонує як єдине ціле по всій території держави. Концентрація потужного устаткування на електростанціях (ЕС) та підстанціях (ПС), наявність потужних ліній електропередачі (ЛЕП) призводить до того, що порушення функціонування сучасних ЕЕС супроводжується великими економічними збитками та негативними соціальними наслідками.

Мета публікації. Провести аналіз показників надійності електропостачання для локальних систем з установками відновлюваної енергетики.

Основні матеріали дослідження. Згідно з сучасними тенденціями розвитку електричних систем, збільшується частка децентралізованого генерування енергії, а розподільні електричні мережі (ЕМ) у сукупності з джерелами розосередженої генерації (РГ) розглядаються як локальні електричні системи (ЛЕС).

Термін ЛЕС, відомі на заході як системи Microgrid, відноситься до концепту єдиної підсистеми електричної енергії в комплексі з обмеженою кількістю джерел РГ на основі установок відновлюваної енергетики разом з підключеними навантаженнями[2]. Базова структура Microgrid-системи зображена на рис. 1, яка показує, що Microgrid-система в основному складається з джерел РГ, поєднаних лініями постійного та змінного струму, системи акумулявання, розподільчої системи та систем контролю і зв'язку.

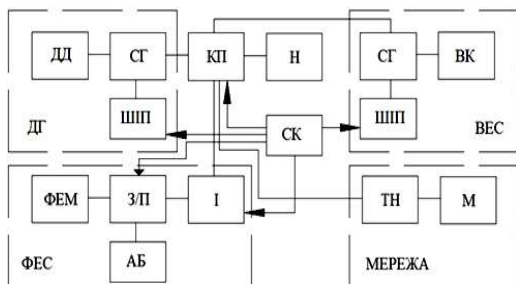


Рисунок 1 – Блок-схеми локальної ЕЕС – Microgrid

На рис. 1 зображено ЛЕС з живленням від джерел РГ (ДГ, ФЕС, ВЕС) при паралельній роботі з мережею: ВЕС – вітроелектрична система; ВК – вітроколесо; М – мережа.

Дотримання нормованого рівня якості електроенергії та оптимальний розподіл потужності забезпе-

чується загальною та локальними СК. Надійність функціонування такого об'єкту залежить від надійності кожного елемента, узгодженості їхніх параметрів та структурних зв'язків між ними.

Так як джерела РГ мають непостійний потенціал виникає необхідність забезпечення умов надійної паралельної роботи різних джерел РГ у складі ЛЕС, а також надійної паралельної роботи централізованих ЕМ з ЛЕС, підтримування збалансованого режиму між споживаною та генерованою електричними потужностями в ЛЕС, надійної та безперебійної передачі електроенергії через мережі ЛЕС споживачам, які живляться від джерел РГ.

Так в залежності від системи допущень та обмежень, а також від використовуваного математичного апарату задача розрахунку надійності умовно може бути розділена на три групи, які характеризують надійність ЕЕС: структурна (схемна), режимна (функціональна) і балансова надійності (див. Рис. 2).



Рисунок 2 – Класифікація надійності електроенергетичних систем за моделями розрахунку

Під структурною надійністю розуміють надійність об'єкту, коли розрахункова модель визначається схемою електричних з'єднань; під режимною надійністю розуміють надійність об'єкту, коли розрахункова модель враховує режими завантаження (функціонування) елементів об'єкту; під балансовою надійністю розуміють надійність об'єкту, коли розрахункова модель визначається балансом виробництва і споживання продукції без врахування обмежень з її передачі [1].

За Законом України "Про електроенергетику" № 575/97-ВР постачальники електроенергії зобов'язані забезпечити надійне постачання споживачів якісною електроенергією найбільш економічним способом. Відповідно до постанови № 232 Національної комісії регулювання електроенергетики України від 17.02.2011, надійність електропостачання споживачів в Україні розглядається такими показниками як SAIDI, SAIFI, MAIFI та ENS.

Описані вище показники були взяті з стандарту IEEE 1366 – "Керівництво по індексах (вимірювання) надійності засобів розподілу електроенергії". Даний стандарт стосується експлуатаційної надійності та умовно розділяє показники в розподільних мережах (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Показники експлуатаційної надійності згідно IEEE 1366

№ з/п	Показник надійності	№ з/п	Показник надійності
1	SAIFI	2	ASIFI
	SAIDI		ASIDI
	CAIDI		MAIFI
	CTAIDI	3	MAIFIe
	CAIFI		CEMSMIn
	ASAI		
	CEMIn		
	CELiD		

Зазначені вище показники можуть бути використані лише при визначенні експлуатаційної та балансової надійності системи, що зазвичай використовуються при паралельній роботі з мережею, тому в ЛЕС необхідно використовувати показники режимної надійності LOLE, EIR та EFOR [3].

Режимна надійність ЕЕС залежить від погодних умов, складу мережевого і генерувального обладнання, об'ємів резерву активної і реактивної потужності, поточного режиму функціонування системи.

До тепер відсутні показники режимної надійності, які б знайшли широке застосування. Особливо це стосується показників режимної надійності, які відображають імовірнісний характер роботи електроенергетичних систем.

Оскільки врахувати особливості роботи ВДЕ в критерії n-ї проблематично в основному через імовірнісний характер роботи останніх, тому необхідно обрати показники, за якими можна буде оцінювати вплив розподіленого генерування на режимну надійність.

Для того щоб відобразити "тяжкість" або "важливість" відмови в системі, в країнах Європи, останні роки широкого використання набули показники надійності, які зображено на рис. 3 [3].

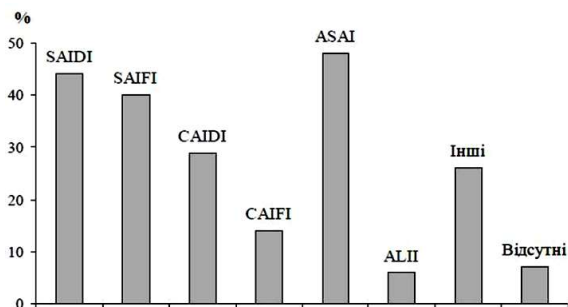


Рисунок 3 – Частота використання інтегральних показників надійності західними країнами

З наведеної діаграми можна побачити, що найбільш використовуваним показником є показник надійності ASAI. Використання даного показника, для оцінювання надійності роботи ЛЕС, як складових електричних мереж, обумовлено тим, що показник дозволяє оцінити збитки власників станції на базі ВДЕ, наприклад ФЕС, що розміщена поблизу споживачів, в разі недовідпуску електроенергії внаслідок аварії на ЛЕП на шляху до споживача або до ПС.

Висновки. Розподілені джерела енергії, зокрема і відновлювані джерела енергії як основна їх складова, впливають на режимну та балансову надійність. Для оцінювання впливу необхідно обрати показники, які б дозволяли врахувати особливості джерел енергії. Це можуть бути коефіцієнта забезпечення балансу, коефіцієнта якості напруги, а також коефіцієнт стабільності.

Список використаних джерел

- Рибак В. П.: Оцінювання впливу відновлюваних джерел електроенергії на якість електропостачання: магістерська кваліфікаційна робота. Вінниця : ВНТУ, 2015. 102 с.
- Вплив розосередженого генерування на надійність роботи електричних мереж / Лежнюк П. Д., Комар В. О., Кравчук С. В., Котилко І. В. *Вісник НТУ "ХП"*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ "ХП", 2018. № 45 (1321). С. 25-31. doi:10.20998/2413-4295.2018.45.04.
- Денисюк С. П., Дерев'янку Д. Г., Суменко К. Ю. Особливості оцінки якості електропостачання локальних електротехнічних систем з розосередженою генерацією. *Гірництво*. 2015. № 27. С. 90–97.

Анотація

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С УСТАНОВКАМИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Деревянюк Д. Г., Панасенко В. С.,
Масло А. С.

Проведена оцінка показателів надійності електропостачання і доказана необхідність введення нових показателів для локальних систем з установками відновлюваної енергетики.

Abstract

EVALUATION OF RELIABILITY OF ELECTRICITY SUPPLY IN LOCAL SYSTEMS WITH RENEWABLE ENERGY SYSTEMS

D. Derevyanko, V. Panasenko,
A. Maslo

The reliability indicators of power supply were evaluated and the necessity of introducing new indicators for local systems with renewable energy installations was proved.