

ДЖЕРЕЛА РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Кацадзе Т.Л., к.т.н., доцент, Ернст В.В., магістрант

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Останні роки спостерігається тенденція до зміни концепції розвитку електроенергетики, оскільки перевага надається розбудові джерел розподіленої генерації (РГ). Під розподіленою генерацією розуміємо джерела електричної енергії, безпосередньо з'єднані з розподільною електричною мережею або підключені до неї з боку споживачів. Серед основних джерел РГ, за рахунок державного стимулювання, найбільшого розповсюдження набули відновлювані джерела енергії (ВДЕ): вітроелектростанції (ВЕС) і сонячні електричні станції (СЕС).

Мета роботи. Огляд основних тенденцій та проблем розвитку джерел розподіленої генерації в галузі електроенергетики.

Матеріали та результати роботи. В енергетиці України розвиваються нові технології, впроваджуються інформаційні і діагностичні системи, сучасні засоби вимірювань і управління. В наш час перед споживачами стоїть вибір: орієнтуватися на централізовані джерела або використовувати автономну енергетику. В Україні впроваджується розподілена генерація на основі активного використання альтернативних джерел енергії: води, сонця, вітру і т. п. Станом на 1 січня 2015 року в Україні встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики, яким встановлено «зелений» тариф, становила 1462,2 МВт, з яких у 2014 році було введено 280,6 МВт. За 6 місяців 2017 року в Україні введено 126,5 МВт потужностей об'єктів відновлюваної електроенергетики. Для порівняння, за весь 2016 рік встановлено 121 МВт таких потужностей. Фактично, за півроку запущено даних проектів більше, ніж за весь 2016 рік.

Розподілені джерела енергії поділяються за рівнем впливу неконтрольованих навколишнього природного середовища та первинними енергоносіями на:

– відновлювані джерела з слабо-керованим генеруванням – використовують відновлювані ресурси, але генерування значно відрізняється залежно від часу доби та погодних умов (вітрові електростанції (ВЕС), сонячні електростанції (СЕС));

– відновлювані джерела з керованим генеруванням – використовують відновлювані ресурси, мають стабільне генерування протягом встановленого проміжку часу (малі гідроелектростанції (МГЕС), геотермальні, біогазові установки тощо);

– не відновлювані джерела з керованим генеруванням – використовують здебільшого традиційні джерела енергії, але мають абсолютно керований процес генерування (когенераційні установки (КГУ), парогазові та газотурбінні установки (ПГУ, ГТУ) та ін.) [1].

На рис. 1 показано модель енергосистеми з наявними джерелами розподіленої генерації і їх локальним керуванням.

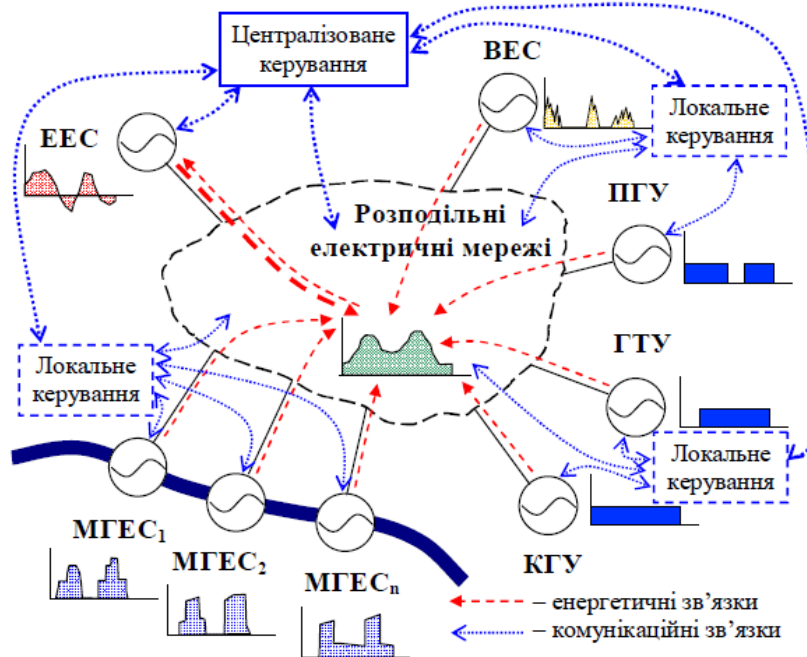
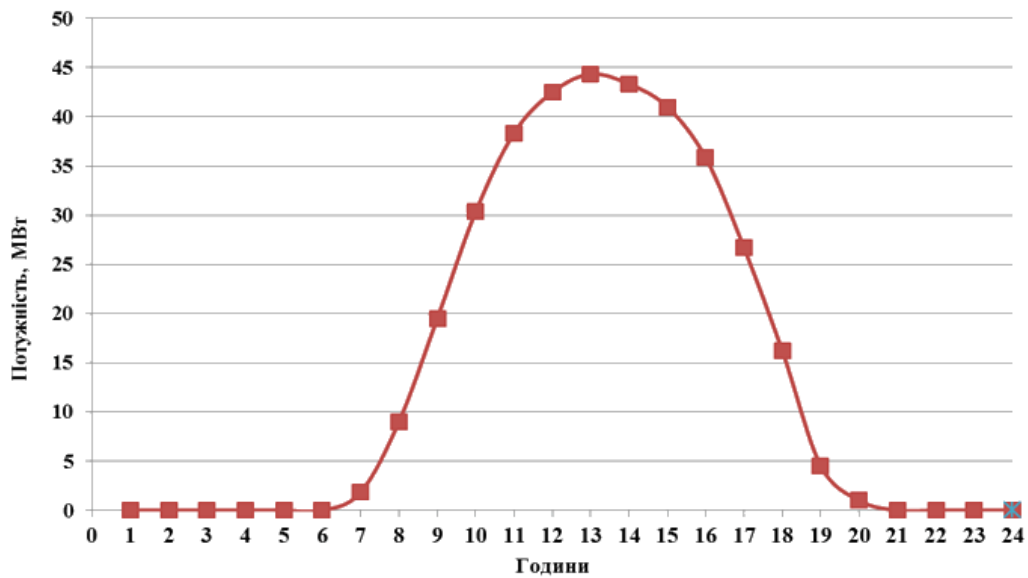


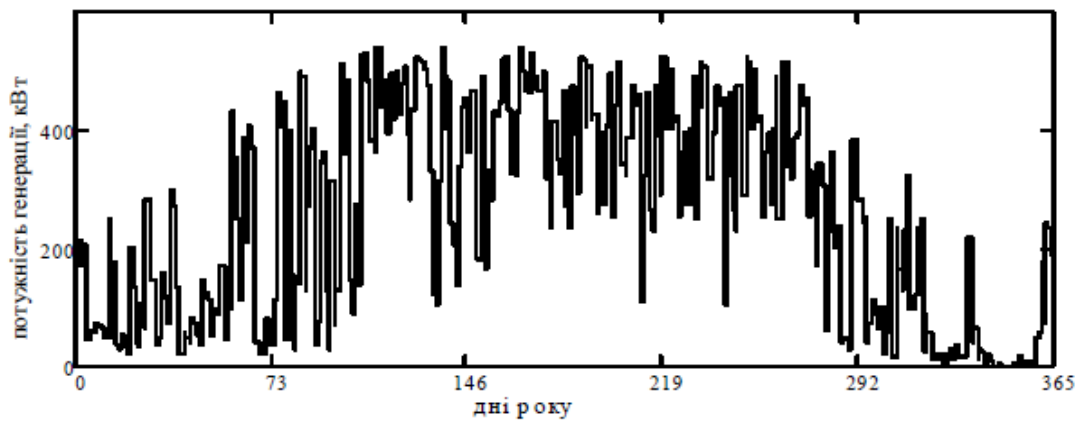
Рисунок 1 – Модель енергосистеми з частковою децентралізацією керуючих впливів

Впровадження альтернативних джерел енергії в електроенергетичних системах, крім зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище і вирішення проблем, що пов'язані з забруднення відходами під час виробітку електричної енергії, знизить використання природних ресурсів та розвантажить системоутворюючі і розподільні лінії електропередач. Однак відновлювальні джерела енергії мають і ряд недоліків. Так як електричні мережі проектувалися за умови централізованого електропостачання, то розбудова в них ВДЕ породжує нетипові для попереднього періоду проблеми і питання. В першу чергу, велику роль відіграє нестабільне генерування ВДЕ через залежність від погодних умов. Отже виникає необхідність вдосконалення систем релейного захисту та автоматики з метою узгодження електропостачання від ВДЕ та живильних підстанцій електроенергетичної системи.

На рис. 2 показано графік роботи СЕС протягом доби, з якого видно, що станція не здатна покривати ранковий, або вечірній пік. Робота СЕС залежить виключно від сонячної активності. В свою чергу пора року теж значно впливає на рівень генерації, що наочно видно на рис 3. З огляду на забезпечення балансу потужності СЕС та ВЕС можна віднести до умовно регульованих джерел, тобто джерел, в яких можлива зміна генерації відповідно природним умовам. З огляду на складність та особливості роботи комплексів різнотипних ВДЕ в електроенергетичній системі, очевидно, що визначення та реалізація керувальних впливів для забезпечення оптимальних режимів їх сумісної роботи відповідно змінам зовнішніх впливів можливі лише за допомогою автоматизованих систем керування (АСК).



Рисунку 2 – Типовий добовий графік роботи СЕС



Рисунку 3 – Характер зміни середніх значень генерації СЕС, визначених за добовими графіками, протягом року

Адаптивні системи автоматичного керування (САК) дозволяють здійснювати керування технологічними процесами в умовах недостатньої інформації щодо характеристик об'єкту керування та впливів навколишнього середовища, що характерне для розподілених джерел енергії, якщо керування здійснюється в даний момент часу. Найбільш відомим напрямком детермінованих функціонально-адаптивних, саморегульованих систем керування є керування з еталонною моделлю. Схема такої адаптивної системи з еталонною моделлю показана на рис. 4. Функціонування локальних САК підпорядковується автоматизованій системі керування (АСК) та здійснюється за законом:

$$u(t) = -\pi y(t),$$

де u – вектор керуючих впливів; y – вектор спостереження; π – матриця коефіцієнтів пропорційності, що мають фізичний зміст критеріїв подібності [2].

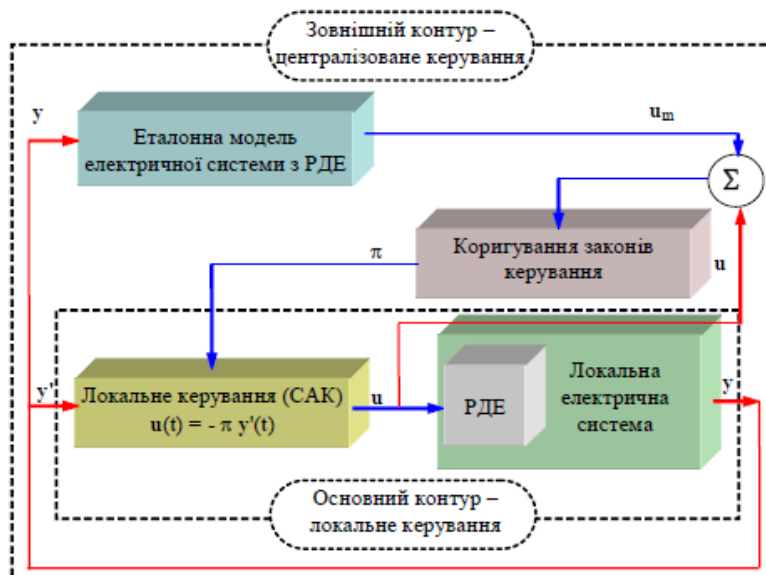


Рисунок 4 – Еталонна модель адаптивної системи керування

У вказаній схемі еталонна модель є частиною системи керування, а узгодження централізованого та локального керування здійснюється через блок коригування законів керування, який зв'язує зовнішній і внутрішній (основний) контури керування. Основний контур утворюється об'єктом керування та системою локального керування. Параметри регулятора налагоджуються зовнішнім контуром керування так, щоб мінімізувати неузгодженість між виходом еталонної моделі централізованого керування та виходом керованого процесу, який контролюється за рахунок відповідних зворотних зв'язків [3].

Висновки. Активна розбудова відновлювальних джерел генерації електроенергії поступово веде до зростання їхньої частки в об'єднаній енергосистемі. Тому виникає необхідність в розробці методів керування даними джерелами з урахуванням особливостей режиму роботи ВДЕ.

Сприятливий техніко-економічний ефект від джерел розподіленої генерації можна досягнути шляхом узгодження в часі вироблення, транспортування та споживання електричної енергії. За рахунок локальних систем керування можна здійснювати регулювання постачанням електроенергії в залежності від споживання, але за умови достатнього інформаційного забезпечення.

Перелік посилань

1. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука. –1987. – 712 с.
2. Энергетика сталого розвитку: виклики та шляхи побудови / Кириленко О.В., Праховник А.В. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2011. 7с.
3. Оптимальне керування розосередженими джерелами енергії в локальній електричній системі/ Лежнюк П. Д., Ковальчук О. А., Кулик В. В. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2011. 7 с.