

УДК 621.311-048.34:658.562(477:4-6ЄС)

Рагулін С.В.

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

**ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОЕС
УКРАЇНИ В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ ДО ENTSO-E**

У процесі реформування енергетики, лібералізації та дерегулювання ринку електроенергії визначився ряд особливостей, пов'язаних із тим, що в умовах ринкових відносин пріоритетом стають економічна вигода та ціна електричної енергії для споживачів. Виникає певна відірваність мереж і ліній електропередачі

(ЛЕП) від об'єктів генерації, втрачається увага до такої важливої проблеми, як надійність і безпека електропостачання. У цій ситуації зростають навантаження на силові елементи електричної мережі, виникає необхідність створення відповідних резервів генеруючих потужностей, збільшення пропускної спроможності електричних мереж. Усе це передбачає підвищення ролі системних операторів і вдосконалення систем диспетчерського управління.

Стратегічна мета такого розвитку електроенергетичного комплексу – створення інтелектуальних енергосистем (ІЕС) як платформи для ринкових, управлінських та технологічних інновацій, що забезпечують перехід на новий рівень розвитку електроенергетики.

Для реалізації нових завдань, що виникають перед електроенергетикою, електричні мережі оснащуються сучасними швидкодіючими керованими пристроями силової електроніки, електромашинувентильними системами, системами інформаційної підтримки, які забезпечують отримання інформації про режими роботи мережі та стан обладнання в режимі online. У мережах і у споживача широко застосовуються різного роду накопичувачі електричної енергії, а споживачі стають активними учасниками процесу розподілу та споживання електроенергії.

Створення інтелектуальних енергосистем, крім власне силових елементів мережі, передбачає створення швидкодіючих багаторівневих управляючих систем з організацією відповідного інформаційного обміну для управління та контролю стану системи в цілому, її частин і елементів з різними часовими циклами для різних рівнів управління.

Передбачається також створення автоматизованих систем управління генерацією, в т.ч. малою та зосередженою.

Об'єднана енергетична система (ОЕС) України являє собою одне з найпотужніших електроенергетичних об'єднань (ЕО) в Європі з достатнім рівнем пропускної спроможності. Установлена сумарна потужність електростанцій ОЕС України становить 54,5 млн. кВт, при цьому потужність теплових електричних станцій (ТЕС) – 27,6 млн. кВт (50,7 % від загальної величини), атомних – 13,8 млн. кВт (25,4 %), гідравлічних (ГЕС) та гідроакumuлюючих електростанцій (ГАЕС) – 4,6 млн. кВт (8,5 %). Основна технологічна ланка ОЕС України – це магістральні та міждержавні електричні мережі (МЕМ). До складу МЕМ входять понад 20,6 тис. км (по ланцюгах) повітряних ліній (ПЛ) електропередачі напругою 220-750 кВ і 133 підстанції (ПС) загальною потужністю понад 76,5 тис. МВА. Енергосистема України має 82 електричні зв'язки напругою 0,4-750 кВ з електроенергетичними системами (ЕЕС) інших країн.

Основні проблеми, притаманні ОЕС України в теперішній час, полягають у наступному: незбалансованість структури генеруючих потужностей; нестача ресурсів для ефективного регулювання частоти та потужності; зношеність і технічна застарілість обладнання; недостатня пропускна спроможність ряду системоутворюючих ЛЕП з передачі потужності; недостатні обсяги засобів регулювання напруги та компенсації реактивної потужності; недостатній рівень оснащення засобами телемеханіки, релейного захисту та автоматики, моніторингу та діагностики; недосконалість систем диспетчерського управління.

Через відсутність необхідних обсягів маневрених і пікових потужностей ОЕС України не в змозі забезпечити оптимальний графік навантажень, вимоги щодо частоти, рівня напруги і, зрештою, ефективну синхронну паралельну роботу з європейським енергетичним об'єднанням ENTSO-E. При цьому основною стратегічною метою розвитку ОЕС України є збереження її цілісності, забезпечення надійного, безпечного та сталого функціонування, розвиток електричних мереж (ЕМ) та збільшення їх пропускної спроможності, розширення електричних міждержавних зв'язків та зони синхронної роботи з європейськими ЕО.

У зв'язку з цим передбачається виконати комплекс робіт із подолання зазначених недоліків, підвищення спостережуваності та керованості, приведення основних показників у відповідність до вимог ENTSO-E та забезпечення функціонування оптового ринку електричної енергії (ОРЕ). У першу чергу мова йде про проведення модернізації, реконструкції та технічного переоснащення ЕМ та енергетичних об'єктів на базі нових технологій, сучасного обладнання та передових методів управління, що забезпечить формування оптимальної структури генеруючих потужностей та системоутворюючої мережі, підвищення надійності та ефективності енергопостачання споживачів, впровадження автоматизованих систем управління, сучасних систем моніторингу та діагностики.

Якщо говорити про відповідність ОЕС України вимогам ENTSO-E, виникає багато питань, які потребують свого вирішення. Згідно з розрахунками резерв первинного регулювання для ОЕС України має становити 185-190 МВт і відповідно діапазон резерву первинного регулювання – на рівні 370-380 МВт. Виходячи з того, що зазвичай діапазон первинного регулювання кожного блоку становить 5 % від установленної потужності, а також враховуючи можливі планові та аварійні ремонти обладнання, для ОЕС України достатньо мати (приблизно) нормоване первинне регулювання на 33-35 блоках потужністю 200 і 300 МВт.

Резерв вторинного регулювання має бути достатнім, щоб компенсувати очікувані коливання попиту та втрату найпотужнішого блоку електростанції. Для рівня максимуму споживання (приблизно 30 ГВт) розрахункове мінімально необхідне значення резерву вторинного регулювання має становити 450-500 МВт на розвантаження і 1000 МВт на завантаження. Сумарний діапазон резерву вторинного регулювання має бути на рівні 1450-1500 МВт.

У теперішній час до автоматичного вторинного регулювання в ОЕС України підключено шість агрегатів Дніпровської ГЕС-1 загальною потужністю 432 МВт. Крім того, слід враховувати можливості, пов'язані з введенням в роботу джерел пікової потужності – Ташлицької та Дністровської ГАЕС. Ще одним варіантом, з урахуванням умов, що склалися, є розміщення не менше 50 % резервів вторинного регулювання на енергоблоках ТЕС. Для енергоблоків ТЕС діапазон регулювання навантаження становить приблизно 40-50 МВт на блок. Отже, для забезпечення необхідного резерву, з урахуванням планових та аварійних ремонтів, у систему автоматического вторинного регулювання необхідно підключити близько 30 блоків ТЕС потужністю 200 і 300 МВт.

Експлуатаційна безпека ЕО забезпечується виконанням вимог щодо підтримки планових режимів при роботі в режимі реального часу, в тому числі за умови регулювання напруги та управління реактивною потужністю, ліквідації пошкоджень у мережі, реалізації стабільності, планування відключень, а також виконання вимог щодо обміну інформацією між диспетчерськими центрами (ДЦ) окремих енергосистем об'єднання.

Суть критерію безпеки "n-1" полягає в тому, що втрата елемента (обладнання, будь-якої лінії електропередачі, трансформатора) або елементів, наприклад, дволанцюгової ЛЕП, не повинна загрожувати безпеці об'єднаної роботи, викликати каскад відключень або втрату значної кількості навантаження.

Висновок

Для забезпечення стійкої та надійної роботи і підвищення пропускну здатності ЕМ з урахуванням критерію "n-1" в ОЕС України може використовуватися протиаварійна автоматика (ПА). Багаторічна практика довела її ефективність і надійність, однак у ринкових умовах подальше застосування ПА вимагатиме спеціального обґрунтування при укладанні контрактів на постачання електроенергії. Аналіз результатів розрахунків свідчить, що в більшості частин ОЕС України вимоги за критерієм "n-1" забезпечуються. Однак у ряді режимів видача потужності АЕС можлива лише із застосуванням ПА. Для забезпечення нормативних умов видачі повної потужності діючих енергоблоків АЕС ОЕС України необхідна реалізація проектних схем їхніх електричних зв'язків.

Щоб привести стан ЕМ ОЕС України у відповідність до вимог ЕО ENTSO-E, передбачається спорудження об'єктів, які мають забезпечити: видачу потужності електростанцій та формування системоутворюючої ЕМ ОЕС України для передачі потужності з надлишкових західних регіонів України в дефіцитні центральний та східний регіони; зміцнення міждержавних електричних зв'язків для збільшення експортних поставок електроенергії; надійне електропостачання споживачів від генеруючих джерел ОЕС України.

Список використаної літератури

1. **Кириленко О. В.** Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими / О. В. Кириленко, В. В. Кулик, Ю. Г. Ведмідь // Технічна електродинаміка. — 2018.
2. **Базиліук О. Б.** Проблеми балансування та забезпечення надійності ОЕС України в умовах лібералізації ринку / О. Б. Базиліук // Енергетика: економіка, технології, екологія. — 2021. — № 2.
3. **Стогній Б. С.** Автоматизація та цифровізація систем диспетчерського управління об'єднаних енергосистем / Б. С. Стогній, М. Ф. Сопель. — К.: Наукова думка, 2019.
4. **Праховник А. В.** Мала та рассредоточена генерація в інфраструктурі інтелектуальних енергосистем (Smart Grid) / А. В. Праховник // Енергоефективність. — 2020.
5. **Кулик В. В.** Оптимізація використання протиаварійної автоматики на АЕС в умовах критерію безпеки "n-1" / В. В. Кулик, А. М. Ковальчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2022.