

Кулик В. В., д.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет
Бартецька І. А., аспірантка, Вінницький національний технічний університет

УЗГОДЖЕНЕ КЕРУВАННЯ РІЗНОТИПНИМИ РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Розвиток електроспоживання зумовлює виключну актуальність ресурсозбереження у світі та в Україні, зокрема. Одним із способів збільшення обсягів виробництва електроенергії є використання гідралічних (ГЕС), сонячних (СЕС), вітрових (ВЕС), біогазових і т. д. електростанцій. Використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) зменшує потреби галузі у видобуванні, переробленні, збагаченні та транспортуванні палива, утилізації або захороненні шкідливих відходів традиційних енергетичних виробництв. Комплексне використання різнотипних ВДЕ, крім збільшення обсягів генерування дозволяє, також, узгоджувати графіки генерування та навантаження, розвантажуючи електромережі та традиційні джерела енергії у пікових режимах.

Таким чином, інтегрування різнотипних відновлюваних джерел енергії у електричну систему та збільшення встановленої потужності ВДЕ супроводжується проблемою узгодженого керування їх сумісною роботою з забезпеченням максимальної енергоефективності джерел, а також ефективності функціонування електромереж, а у перспективі й традиційних електростанцій.

Для ефективного розв'язання задачі слід враховувати зміни параметрів навколишнього середовища, режими електроспоживання, взаємовплив електричних мереж. Організація оперативного керування ВДЕ передбачає постійне оновлення кліматичних даних, які можна отримувати з місцевих метеопостів або через інформаційні мережі Smart Grid систем (де вони розвинені). Та часто ці дані є доступними лише періодично, а адекватність їх низька. Крім того на функціонування ВДЕ, зокрема СЕС, в електромережах впливають: пропускна здатність електричної мережі, рівень напруги на шинах розподільного пристрою, температура та запиленість фотогальванічних панелей та інші фактори. Це суттєво ускладнює математичні моделі процесів енергообміну та постановку задачі оптимізації функціонування комплексів ВДЕ, а надто, процес пошуку та адаптації оптимальних рішень. Тому синтез математичних та комп'ютерних моделей, які б дозволили реалізувати відповідні системи оперативного керування, є актуальним.

Для вирішення задачі у роботі пропонується поєднання математичних моделей енергетичних процесів, що побудовані за принципом Гамільтона-Остроградського, а також комп'ютерних моделей на базі теорії нечітких множин. Останні потрібні для компенсації невизначеності низки параметрів, яка виникає під час отримання та впровадження керувальних впливів через випадковість впливу навколишнього середовища та недосконалість інформаційно-вимірювальних систем.

Останнім часом спостерігається інтенсивний розвиток нечітких регуляторів для різнотипних об'єктів, розроблено низку моделей нечітких регуляторів, які дозволяють керувати складними процесами за умов інформаційної обмеженості. Так, наприклад, для збільшення вироблення енергії сонячними електростанціями та для уникнення аварійних ситуацій через перенапруги в електричних мережах за допомогою інтелектуальних Fuzzy-регуляторів здійснюється регулювання вихідної напруги інвертора в режимі реального часу.

У роботі запропоновано модель нечіткого регулятора, який дозволяє узгоджувати джерела вихідної інформації з різною періодичністю оновлення, зокрема вимірювання кліматичних параметрів, електричних параметрів мереж та результати імітації аналітичних законів керування енергетичними процесами. У пакеті прикладних програм Matlab налагоджено роботу регулятора, визначено оптимальні функції належності та вагові коефіцієнти окремих параметрів.

Для перевірки адекватності комбінованої математичної моделі на прикладі керування перетворенням енергії сонячними електростанціями, що працюють у електричній системі, було розроблено комп'ютерну модель СЕС з Fuzzy-регулятором, а також електричної системи зі змінними навантаженнями та виконано низку обчислювальних експериментів.

В роботі отримано графіки перехідних процесів та усталених режимів роботи СЕС в електромережах за різних погодних умов, що підтверджують ефективність використання нечіткого регулятора з визначеними налагоджувальними параметрами. Так, за відсутності регулятора потужність генерування СЕС зменшується зі зменшенням напруги в колі постійного струму та зростанням напруги на шинах станції. В аналогічних умовах за наявності регулятора ці проблеми практично усуваються.