

УДК 621.31

Денисюк С.П., д.т.н., професор, Василенко В.І., здобувач,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ВИБІР АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ФОРМУВАННІ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Вступ. Зростання тарифів на електричну енергію внаслідок вичерпання потенціалу зростання централізованих енергосистем і відсутності конкуренції на роздрібному ринку, нездатність високоінерційних централізованих систем задовольнити різноманітності попиту на енергію призвело до наростаючого переходу споживачів від централізованого енергопостачання до власної генерації і розвитку розосередженої енергетики. Одночасно з цим йде процес формування локальних електроенергетичних систем, які успішно конкурують з централізованою енергетикою за рахунок наближення виробництва електроенергії і тепла до споживачів, що значно скорочує витрати на транспорт енергії, а отже й скорочує її вартість. Електроенергетичні системи під назвою Microgrid є однією з ключових концепцій, спрямованих на розвиток і модернізацію енергетики по всьому світу [1, 2, 3].

Базовими елементами в процесі підвищення енергоефективності локальної електроенергетичної системи є розробка відповідної системи критеріїв оцінки та її елементів, методик оцінки ефективності схем функціонування в режимах оптимального споживання енергоносіїв, проведення їх енерготехнологічного обстеження та оцінки взаємного впливу окремих елементів. Щодо процедури досягнення ефективності енергоресурсів, то вони визначаються багатьма факторами, що обумовлюють існування та застосування відносно великої кількості показників. Визначення та урахування цих факторів, а також у першу чергу їх пріоритетності, обумовило необхідність застосування трьох систем показників: енергетичних, економічних, екологічних, що вважається достатнім для всебічної оцінки ефективності нововведень [4, 5].

Енергосистема в майбутньому повинна характеризуватися новими якостями. До цих якостей відноситься гнучкість, спостерігаємість і керованість в реальному часі, можливість підключення великої кількості різнорідних пристроїв і підсистем. Для такої енергетики потрібно принципово інша – мультиагентна система керування і відповідна операційна система для її роботи: повністю автоматична, децентралізована, що працює в режимі реального часу, гнучко реагує на обстановку, з самонавчальними і самоорганізуючими, повністю автономними агентами.

Ценологічна теорія знайшла широке застосування в енергетиці для прогнозування електроспоживання. Техноценозами не можна керувати такими самими методами, якими керуються технічні вироби (якими б складними і великими вони не були). До техноценозів, повною мірою, не можна застосувати методи макроекономічного планування та прогнозування, які засновані на привнесенні в техноценоз зовнішніх цілей і обмежень без обліку його внутрішніх закономірностей розвитку, які повинні здійснюватися особливими методами [6]. Послідовна реалізація оптимального управління електроспоживанням функціональних груп техноценозів дозволяє виділити значимі та незначимі елементи системи.

Методологічною основою оптимального управління штучними технічними системами є так званий системний підхід, який у якості «робочого інструмента» використовує системний аналіз. Стосовно завдань оптимізації системний підхід спирається на найважливіше положення про те, що в основі оптимізації всього народного господарства і всіх його частин лежить загальний критерій оптимальності.

Розв'язання задачі групового вибору альтернатив – процес складний і багатоетапний. Великий обсяг вихідної інформації, причому часто суперечливої і розрізненої, складність алгоритмів групового вибору, а також необхідність аналізу та коригування отриманої

інформації на кожному кроці прийняття колективних рішень вимагають використання сучасних обчислювальних засобів. Вирішення всіх цих проблем покладається на інтелектуальну систему підтримки групового вибору [7].

При оптимізації параметрів і режимів електросистеми необхідно задіяти механізм ранжування варіантів оптимального розміщення об'єктів. Для цього пропонується використовувати концепцію відстані при ранжуванні множини об'єктів, що забезпечують найбільше погодження варіантів з індивідуальними впорядкуваннями експертів. Одна з основних конструкцій зазначеного підходу – побудова «усередненої» ознаки, фактору, що представляє сукупність заданих ознак, як «найбільш близького» до цієї сукупності в геометричному просторі як кількісних, так і якісних ознак.

Спочатку проводиться агрегування (укрупнення та уніфікація) елементів та параметрів системи (визначення множини елементів, їх зв'язків та параметрів, які необхідно враховувати при моделюванні). Нехай на множині альтернатив $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$ задані індивідуальні переваги експертів у вигляді матриць попарних порівнянь альтернатив R_1, R_2, \dots, R_m . Потрібно знайти одне або декілька найбільш бажаних альтернативних варіантів рішень або ранжувати варіанти по перевагам. Оцінкою розбіжності цього розбиття, згідно роботи [8] буде коефіцієнта стійкості розбиття:

$$L(R_i, R_j) = \frac{d(R_i, R_j)}{\frac{1}{2}(\sum_{i=1}^{I_1} |R_i|^2 + \sum_{j=1}^{I_2} |R_j|^2)}, \quad (1)$$

де I_1 – кількість підмножин вихідної множини L при способі розбиття R_i ; I_2 – кількість підмножин вихідної множини L при способі розбиття R_j ; $|R_i|, |R_j|$ – потужності відповідних підмножин.

У свою чергу, для оцінки R_i та R_j кінцевої множини об'єктів L в [9] отримано вираз:

$$d(R_i, R_j) = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^{I_1} |R_i|^2 + \sum_{j=1}^{I_2} |R_j|^2 \right) - \sum_{i=1}^{I_1} \sum_{j=1}^{I_2} |R_i \cap R_j|^2. \quad (2)$$

Висновок. Знаходження міри близькості між об'єктами дозволить зменшити затрати, сформувати дієві оптимізаційні процедури побудови та розвитку локальних енергетичних мереж. Коефіцієнт $d(R_i, R_j)$ показує наскільки близькі ці розбиття та чи співпадають групування, сформовані при даних способах розбиття. Він дозволяє розбити об'єкти на групи так, щоб у одну групу потрапляли «близькі», а в іншу «далекі» об'єкти, що в подальшому дозволить виділити значимі та незначимі елементи та приймати рішення щодо вибору оптимальних структур, параметрів і режимів роботи локальної електроенергетичної системи.

Список використаних джерел:

1. Интеллектуальная энергетическая система ТехноЭкопарка РГСУ. Концепция. В.И. Паршуков. Режим доступа: <http://don-tech.ru/>
2. Стогній Б.С. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк // Техн. електродинаміка. – 2012. – № 5. – С. 52 – 67.
3. Кобец Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Кобец Б.Б., Волкова И.О. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
4. Василенко В.І. Системна ефективність функціонування енергетичної системи з керованими навантаженнями / В.І. Василенко // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. – № 1. – С. 70 – 81.
5. Денисюк С.П. Енергетичні, економічні та екологічні показники енергоефективності / С.П. Денисюк, В.І. Василенко // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – № 1 – С. 33 – 44.
6. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2014]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>.
7. Смерчинская С.О. Интеллектуальная система поддержки группового выбора / С.О. Смерчинская. // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» - ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10 – 11 апреля 2012 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 552 с.
8. Дубницкий В.Ю. Оценка устойчивости алгоритмов кластерного анализа / Дубницкий В.Ю. // Информационные системы. – 1997. – № 1 – С. 129 – 134.
9. Миркин Б.Г. Об измерении близости между разбиениями конечного множества объектов / Миркин Б.Г., Черный Л.Б. // Автоматика и телемеханика. – 1970. – № 5. – С. 120-127.