

Розен В.П., д-р. техн. наук, проф.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Давиденко Л.В., канд. техн. наук, доц.,

Луцький національний технічний університет, Україна

Давиденко Н.В., асист.

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ТА УРАХУВАННЯ ЦИКЛІЧНИХ ЗМІН ВОДОПОДАЧІ ПІД ЧАС КОНТРОЛЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ

Вступ. Формування режиму електроспоживання насосних станцій (НС) системи комунального водопостачання здійснюється під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів, які потребують урахування під час визначення базового рівня електроспоживання (БРЕ) та контролю електроспоживання. Одним з них є водоспоживання, що визначає витрату води з мережі, а отже ефективність режиму водоподачі та ефективність електроспоживання.

Для здійснення коректного контролю ефективності електроспоживання часовий період дії БРЕ повинен відображати циклічні зміни технологічного процесу [1].

Мета. Удосконалення контролю ефективності електроспоживання НС шляхом урахування циклічних змін процесу водоподачі, зумовленого впливом зовнішніх чинників.

Основні матеріали дослідження. Основним режимним показником процесу водопостачання є добовий графік витрати води (ГВВ) з мережі. Витрата води є нерівномірною не лише протягом доби, але й відрізняється залежно від дня тижня. Тобто, спостерігається добова циклічність, циклічність протягом тижня і року.

Впровадження системи моніторингу забезпечує створення баз даних, що містять інформацію про режими роботи НС та їх електроспоживання, інтелектуальний аналіз якої забезпечує можливість вирішення задач, що передують формуванню БРЕ: аналіз режимів водоспоживання та виявлення тенденцій його зміни; опис режиму водоподачі з урахуванням цих тенденцій; побудова моделі електроспоживання, адаптованої до збурюючих впливів [2].

Задача виявлення тенденцій зміни водоспоживання може бути розв'язана шляхом формування класів подібних ГВВ. Об'єктами класифікації є добові ГВВ, ознаками – їх параметри [3]. Кластер - група ГВВ з подібними рисами.

На початковому етапі доцільним є використання процедур автоматичної класифікації, зокрема, кластерного аналізу (КА): ієрархічний КА та метод К-середніх. Використання методів КА дозволить виявити приховані закономірності у характері витрати води з мережі та виділити групи однотипних ГВВ за рівнем впливу зовнішніх чинників. Класифікація добових ГВВ передбачає два етапи: 1) за впливом сезонності; 2) за впливом соціальних чинників. Однак, КА не дає правил та чітких критеріїв оцінки якості класифікації.

Для формування правил розпізнавання належності добового ГВВ до одного з кластерів та перевірка якості отриманих результатів кластеризації доцільним є використання дискримінантного аналізу (ДА). Передбачається, що вихідні дані містять також групуючу змінну, яка визначає належність об'єкта до певної групи. Метод ДА дає змогу визначити змінні, значення яких істотно відрізняються для різних рівнів групуючої змінної, та оцінити можливість індикації належності до класів. Якщо зв'язок є суттєвим, можна отримати правило, за яким знаходять імовірність належності об'єкту до класу за

значеннями класифікаційних змінних. Отже, процедура виявлення подібності у добових ГВВ містить два етапи та полягає у послідовному використанні методів КА та ДА.

Розбиття ГВВ на кластери на етапі КА забезпечує формування навчальної вибірки. Це дасть змогу застосувати ДА для уточнення класифікації та розподілу ГВВ між типовими класами. Результатом такого розподілу є формування груп однотипних ГВВ. Це забезпечує можливість не лише виявлення циклічних змін технологічного процесу водоподачі та встановлення часових проміжків для визначення БРЕ, а й формування статистичних вибірок даних щодо електроспоживання, технологічних параметрів для кожного типового дня кожного сезону. Аналіз отриманих вибірок щодо витрат води з мережі водопостачання дозволяє виконати формалізований опис режиму водоподачі: визначити середні значення витрати води з мережі залежно від сезону, профіль її добового графіка для типового дня та його параметри. Результати опису є основою планування визначальних змінних з метою їх використання для визначення БРЕ, а також встановлення контрольних меж визначальних змінних для організації процедури контролю технологічних параметрів.

Для забезпечення коректного контролю ефективності електроспоживання необхідно передбачити перевірку відповідності фактичного ГВВ запланованому ГВВ, з урахуванням якого здійснювалось планування режиму водоподачі та планування електроспоживання. Використання ДА забезпечує можливість побудови функцій класифікації, які використовуються для класифікації ГВВ. Класифікаційні функції забезпечують можливість розпізнавання належності нових спостережень ГВВ до одного з типових класів (рис. 2).

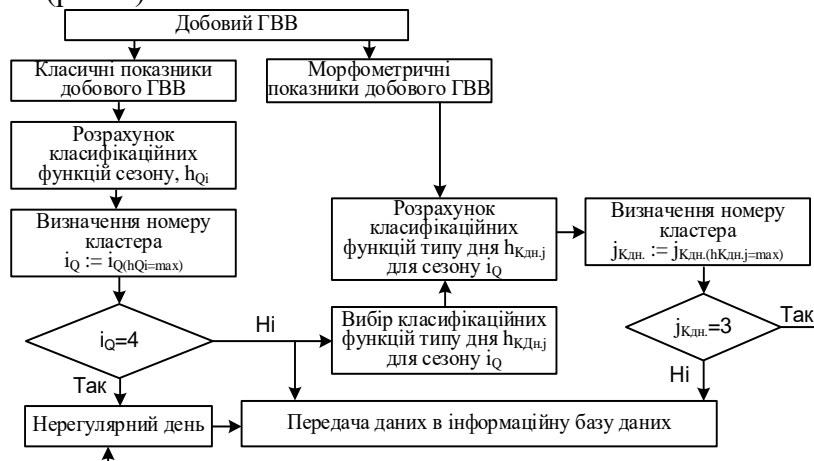


Рисунок 2 – Алгоритм ідентифікації належності ГВВ до типових кластерів

Процедура ідентифікації здійснюється у два етапи: спочатку за сезоном; за умови не відповідності ГВВ класу нерегулярних днів - за типом дня. У випадку встановлення факту належності ГВВ до класу нерегулярних днів проведення процедури контролю є недоречним.

Висновок. Використання запропонованої процедури виявлення циклічних змін технологічного процесу водоподачі, зумовлених впливом сезонних та соціальних чинників, дозволяє врахувати фактичні умови роботи НС під час планування електроспоживання та забезпечує коректність контролю його ефективності.

Список використаних джерел

1. DSTU ISO 50004:2016 (ISO 50004: 2014, IDT) Nastanova shchodo vprovadzhenia, suprovid ta polipshennia systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Kyiv, 2016.
2. V. P. Rozen, L. V. Davydenko, and N. V. Davydenko, «Procedure of construction the energy baseline of water supply facilities with taking into consideration the external factors influence», *Power engineering: economics, technologies, ecology*, no. 3 (49), pp. 31-37, 2017.
3. V. P. Rozen, and N. V. Davydenko, «Formation of the characteristics set of the actual regime of water consumption in public water supply systems», *Power engineering: economics, technologies, ecology*, no. 3, pp. 85-92, 2015.