

ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СЕНСОРНИХ ВУЗЛІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Губатюк О.С., асист., Вецко Н.І., магістрантка
НТУУ «КПІ», кафедра електричних систем та мереж

Вступ. Сучасні електричні мережі зі складно-замкненою структурою характеризуються значною неоднорідністю, яка є однією з причин розділення вузлів мережі на жорсткі та сенсорні.

Сенсорний аналіз при оцінці стану мережі дозволяє визначити найбільш чутливі вузли. Основна ідея даного методу полягає в тому, що в електроенергетичній системі (ЕЕС) є вузли, параметри режиму яких сильніше реагують на зовнішні збурення і найбільше змінюються при випадкових змінах в топології схеми мережі. Такі вузли називаються сенсорними. Оцінка чутливості вузлів енергосистеми може застосовуватись як при проектуванні електричних мереж, так і з метою підвищення стійкості енергосистеми, якості електричної енергії, а також зменшення втрати електроенергії на її передачу.

Мета роботи полягає у дослідженні математичної моделі визначення сенсорних вузлів електричної системи.

Матеріали і результати досліджень.

Для визначення сенсорних вузлів мережі застосовується метод приростів, який заснований на чисельному диференціюванні залежностей $W(x_i)$ в початковій точці x_n простору первинних параметрів:

$$s_{ij} = \frac{\Delta W_i}{\Delta x_j} = \frac{W(x_i) - W(x_{iH})}{\Delta x_j} \quad (1)$$

де W_i – значення i -того вторинного параметра при зміні j -того первинного параметра на Δx_j ; W_{iH} – значення i -того вторинного параметра в початковій точці X_n ; Δx_j – малий приріст j -того первинного параметра відносно x_{jn} при умові, що інші первинні параметри не змінюються. Отримані відповідно до однопараметричного аналізу (1) значення складають j -й стовпчик матриці чутливості [2].

Визначення показників чутливості вузлів розглянуто на прикладі схеми електричної мережі напругою 220 кВ. Обрана схема є показовою для дослідження, так як має суттєву неоднорідність за рахунок різної довжини ліній електропередач, наявності трансформаторних зв'язків, а також наявності потужних споживачів. Фрагмент електричної мережі 220 кВ з параметрами режиму представлений на рис. 1. Вузли 11, 20, 21 є генераторні і взяті як опорні, вузол 15 – базисний з номінальною напругою 500 кВ, інші вузли – навантажувальні.

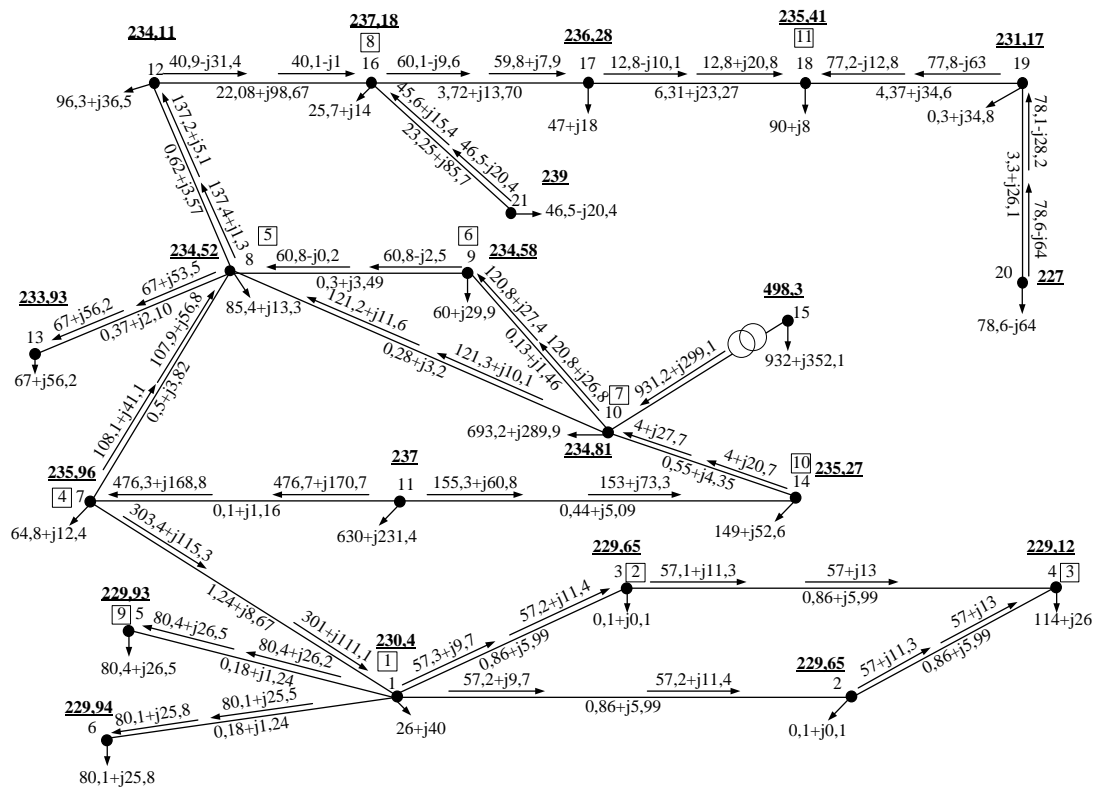


Рисунок 1 – Досліджувана схема мережі напругою 220 кВ

Методом приростів розраховується необхідна ін'єкція реактивної потужності в вузлі для зміни напруги у ньому на ΔU від початкового значення $U_{inоч}=U_{ни}$ до $U_{imax}=U_{ни}+\Delta U$, де $\Delta U=\{-5;-4;-3;-2;-1;0;1;2;3;4;5\}$ кВ. В результаті зміни для кожного вузла отримані результати, представлені на рис.2. Найбільш значна зміна напруги спостерігається у вузлах 11 і 8.

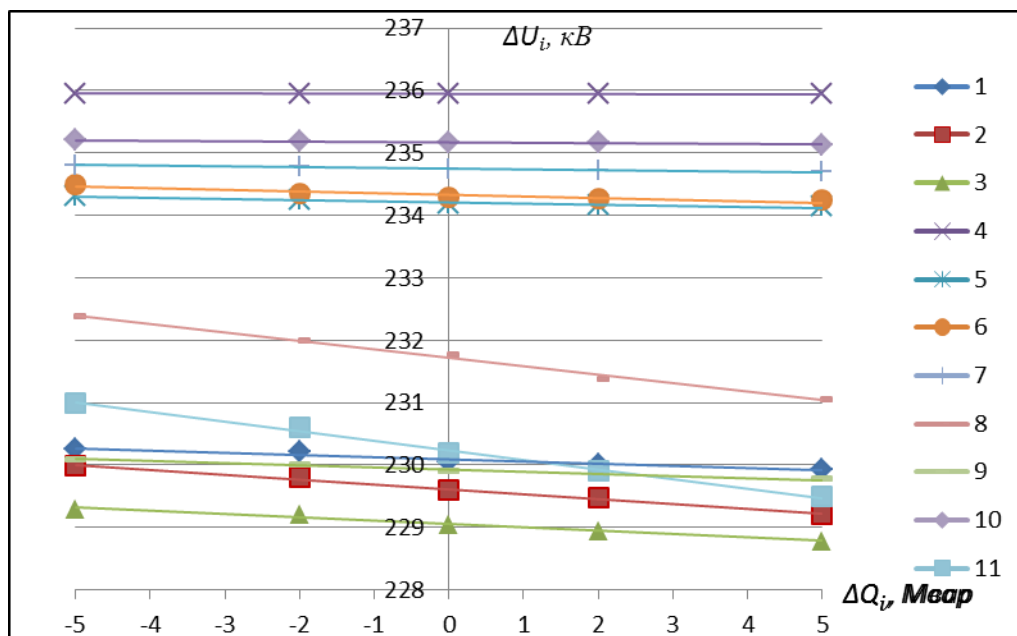


Рисунок 2 – Зміна напруги у вузлах мережі при зміні реактивної потужності навантаження

На підставі отриманих характеристик відповідно до (1) отримані показники чутливості, зображені на рис. 3.

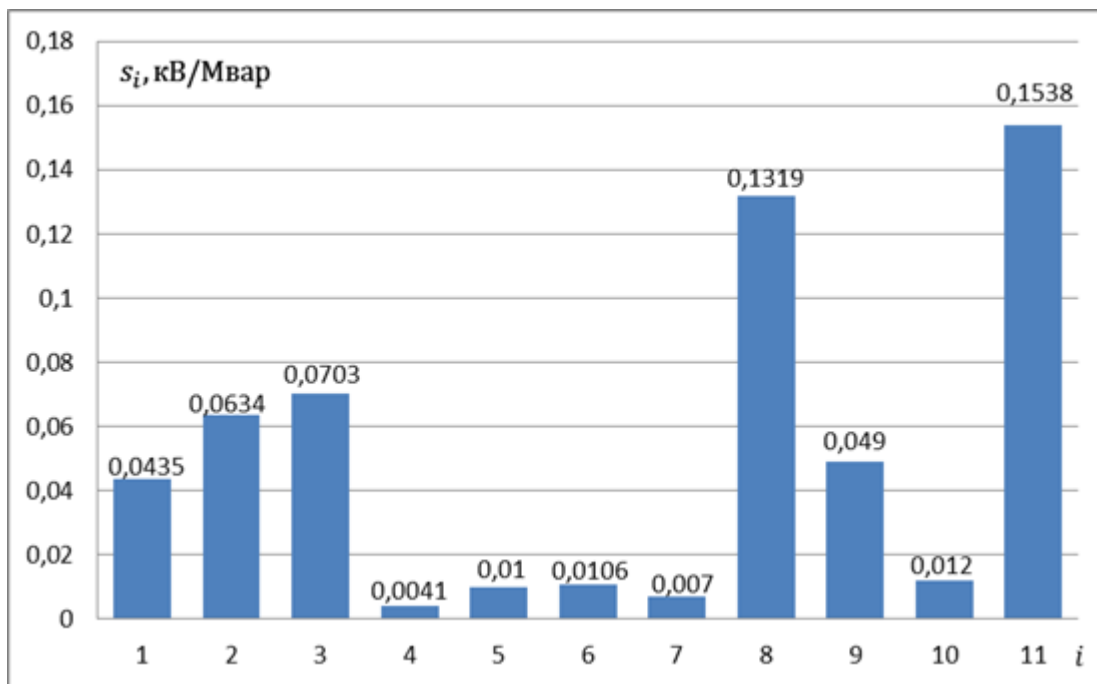


Рисунок 3 – Результати застосування методу приростів

Отже, для тестової схеми сенсорними є вузли 3, 8 та 11, а «жорсткими» – 4, 5, 7. Визначення сенсорних вузлів за допомогою методу приростів є досить простим та може застосовуватись як експрес-методика визначення сенсорних вузлів та оцінювання неоднорідності структури енергосистеми.

Висновки:

Для забезпечення надійної роботи ЕЕС та підвищення якості електричної енергії необхідно мати інформацію, щодо сенсорності параметрів режиму мережі до зовнішніх збурень. Попереднє ранжування вузлів за ступенем їх «жорсткості» дозволяє провести раціональне розміщення пристроїв коригування режиму по напрузі або реактивної потужності до розрахунку режиму. Метод приростів рекомендується до використання при прийнятті передпроектних рішень у зв'язку з розвитком структури і аналізі режимів енергосистеми.

Перелік посилань

1. Оцінка чутливості втрат потужності в електричних мережах: монографія / П.Д. Лежнюк, В.О. Лесько. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 120 с.
2. Баранов И.Л. Применение показателей чувствительности узлов в задачах управления режимами ЭЭС: дис.канд.тех.наук:05.14.02 / И.Л. Баранов. – М., 2015. – 138с.