

УДК 621.311.1.018.3

В.О. КОМАР (канд.техн.наук, доц.), С.Я. ВИШНЕВСЬКИЙ, О.В. КУЗЬМИК

Вінницький національний технічний університет

kvo76@mail.ru

ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИ ОЦІНЮВАННІ МІСЦЬ РОЗМИКАННЯ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

В статті розроблено алгоритм врахування показника якості функціонування і проаналізовано вплив критеріїв втрат активної потужності, надійності і якості електричної енергії під час вибору місць розмикання розподільних електричних мереж.

Розподільні мережі, якість функціонування, надійність електропостачання, якість електроенергії, марковські процеси, критеріальне моделювання.

Вступ. Рівень ефективності розподільних електричних мереж залежить від величини втрат активної потужності на транспортування електричної енергії до споживачів, надійності електропостачання та відповідності якості електричної енергії договірним домовленостям.

Перераховані показники залежать від місця розмикання електричної розподільної мережі та її технічного стану. Вибір місця розмикання виконується під час розв'язання оптимізаційної задачі за критерієм мінімуму втрат активної потужності, або максимальної надійності електропостачання [1, 2]. Оскільки критерії оптимальності різні, то результати, в більшості випадків, відрізняються. Тому пропонується виконувати оцінку місць розмикання в комплексі: аналізувати втрати активної потужності, надійність електропостачання та якість електричної енергії. Отже, **метою статті** є розробка алгоритму оцінювання місць розмикання електричних розподільних мереж, використовуючи показник якості їх функціонування.

Якість функціонування розподільної електричної мережі. Під якістю функціонування складної системи розуміють сукупність властивостей, які визначають здатність системи виконувати задачі, поставлені перед нею [3 – 5]. Основною задачею електричної розподільної мережі є забезпечення надійного постачання якісною електроенергією споживачів, які під'єднані до цієї мережі.

Певна функціональна надлишковість у структурі електричних розподільних мереж призводить до того, що поява відмов окремих елементів або незначна зміна тих або інших робочих параметрів можуть призвести не до повної відмови системи електропостачання, а лише до певного погіршення якості функціонування й зниження ефективності її в цілому. Тому для оцінки якості функціонування розподільної мережі доцільним є введення кількісного показника, який враховував би вплив таких відмов.

У [6] запропоновано критеріальну модель, отриману при поєднанні теорії марковських процесів та критеріального методу. Загальний вигляд критеріальної моделі такий:

$$E = \sum_{i=1}^m P_i \prod_{j=1}^n x_{*j}^{v_{ji}}, \quad (1)$$

де P_i – критерій подібності, який у цьому випадку є ймовірністю перебування системи в стані i (складова, яка

враховує надійність системи); $\prod_{j=1}^n x_{*j}^{v_{ji}}$ – показник ефективності стану i (складова, яка враховує якість електроенергії); $\tilde{\sigma}_{*j}$ – незалежні параметри, що характеризують основні властивості системи (імовірності

відповідності показників якості електроенергії нормативним документам).

Для оцінки якості функціонування розподільної електричної мережі критеріальна модель (1) матиме такий вид:

$$E = \sum_{i=1}^n P_i \prod_{j=1}^n P_j [A_{\min} \leq A \leq A_{\max}]^{v_{ji}} - \sum_{i=n+1}^m P_i \prod_{j=1}^n P_j [A_{\min} \leq A \leq A_{\max}]^{v_{ji}}, \quad (2)$$

де n – кількість робочих станів; $P_j [A_{\min} \leq A \leq A_{\max}]$ – імовірність того, що показник якості електричної

енергії A в допустимих межах при тому, що система перебуває в стані j ; v_{ji} – елементи матриці переходів, які є алгебраїчними сумами інтенсивностей відмов λ та інтенсивностей відновлень μ .

Оцінка місць розмикання. Оптимальний режим роботи розподільних електричних мереж за мінімумом втрат активної потужності не гарантує відповідний рівень виконання покладених на них задач з забезпечення

© Комар В.О., Вишневський С.Я., Кузьмик О.В., 2011

надійного, відповідного нормам якості електричної енергії електропостачання. А саме ці показники виходять на перший план при переході до двохсторонніх договорів.

Для ілюстрації сказаного вище проведемо розрахунок мережі, схема якої показана на рис. 1. Величини інтенсивностей відмов ліній електропостачання показані на рис. 2.

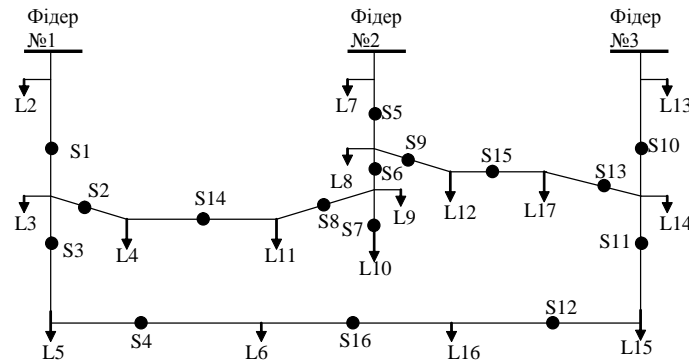


Рисунок 1 – Схема досліджуваної мережі

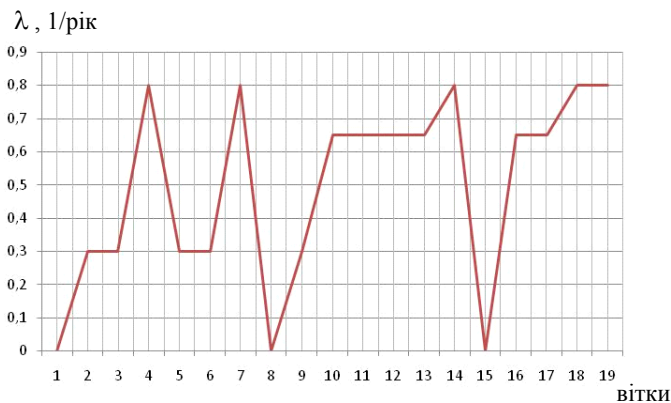


Рисунок 2 – Інтенсивність відмов віток мережі

За критеріальною моделлю (2) можна оцінити показник якості функціонування, за яким визначити об'єм електроенергії, який споживач недоотримає або якість її буде низькою:

$$\overline{W} = (1 - E) \cdot W \tag{3}$$

Оскільки витрати на покриття збитку від неякісної електричної енергії і її недовідпуску різні, то постає задача виділення із загального об'єму електричної енергії визначеного за (3) цих складових.

Розв'язати її можна аналізуючи критеріальну модель (2) з врахуванням якості електричної енергії E'' та без неї E' . Відповідно до (3) об'єм недовідпущеної електроенергії буде визначатись так:

$$\overline{W}' = (1 - E') \cdot W \tag{4}$$

а об'єм неякісної електроенергії –

$$\overline{W}'' = (E' - E'') \cdot W \tag{5}$$

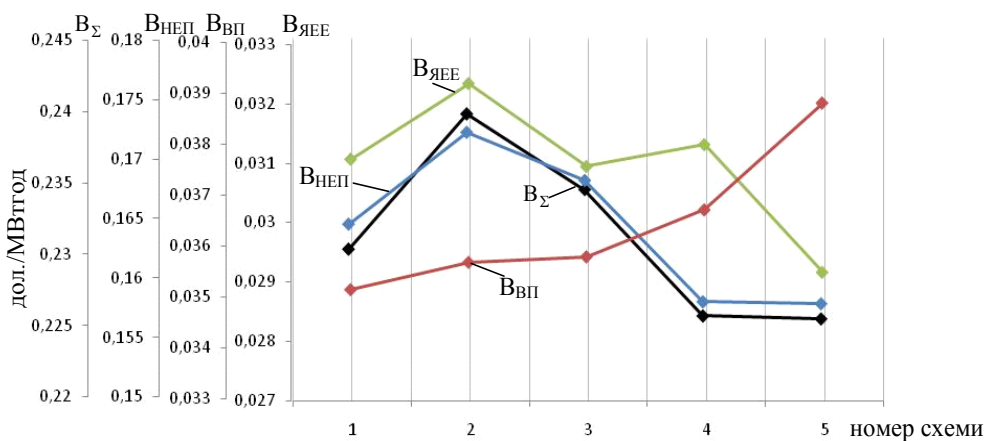


Рисунок 3 – Зміни відносних витрат на покриття втрат активної потужності, ненадійного електропостачання та неякісної електричної енергії

Прийнявши вартість втрат електричної енергії на її транспортування в розмірі 6,5 цента, невідпущеної електроенергії – 9,08 долара і енергії невідповідної якості – 45,5 цента, виконано розрахунок відносних витрат B_{Σ} на покриття втрат активної потужності $B_{ВП}$, ненадійного електропостачання $B_{НЕП}$, неякісної потужності $B_{ЯЕЕ}$. Результати розрахунків показано на рис. 3 (номера схеми відповідають таким розміреним віткам: 1 – 11-9; 12-17; 6-16; 2 – 4-11; 12-17; 6-16; 3 – 11-9; 14-17; 6-16; 4 – 11-9; 12-17; 16-15; 5 – 4-11; 14-17; 16-15).

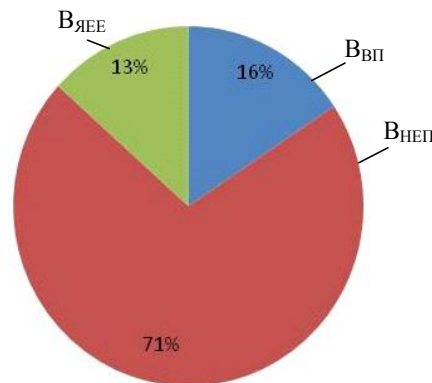


Рисунок 4 – Співвідношення відносних витрат

Співвідношення складових відносних витрат (рис. 4) зроблене за результатами розрахунків (рис. 3) доводить, що співвідношення між складовими найбільш імовірних витрат на електропостачання споживачів змінюються в залежності від схеми мережі. Оскільки місця розмикання вибирались за мінімумом втрат, то видно що ця складова менша. Тому лише проведення комплексної оцінки дозволить знайти компромісні рішення щодо надійного і якісного електропостачання.



Рисунок 5 – Алгоритм оцінювання місць розмикання розподільної електричної мережі

На рис. 5 показано узагальнений алгоритм комплексного оцінювання місць розмикання розподільної електричної мережі. Оскільки саме комплексне оцінювання дозволить відшукати оптимальну схему розподільної електричної мережі.

Висновки. Перехід до нової моделі енергетичного ринку, стан розподільних електричних мереж вимагає комплексного підходу до розв'язання задачі оптимізації місць розмикання. Алгоритм, розроблений в статті,

може бути застосований для цього, оскільки за ним можна оцінити параметри, які характеризують готовність розподільних мереж виконувати покладені на них функції. Використання показника якості функціонування розподільної електричної мережі дозволяє побудувати відносно простий алгоритм техніко-економічного оцінювання ефективності її роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Distribution Feeder Scheduling Considering Variable Load Profile and Outage Costs / Shih-An Yin, Chan-Nan Lu // IEEE Transactions on Power Systems, vol. 24, № 2, may 2009 – pp. 652 – 660.
2. Кузнецов В.Г. Оптимизация режимов электрических сетей / Кузнецов В.Г., Тугай Ю.И., Баженов В.А. – К.: Наукова думка, 1992. – 216 с.
3. Кузьмін І.В. Критерії оцінки ефективності, якості та оптимальності складних систем / Кузьмін І. В. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця: ВПІ, 1994. – Вип. 1(2)/ 1994. – С. 5 – 9.
4. Надежность технических систем: Справочник / [Ю. К. Беляев, В. А. Богатырев, В. В. Болотин и др.]; Под ред. И. А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.
5. Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных производственных систем / Дружинин Г. В. – [4-е изд., перераб. и доп.] – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
6. Кількісна оцінка якості функціонування розподільної електричної мережі за допомогою критеріальної моделі [Електронний ресурс] / Лежнюк П.Д., Лагутін В.М., Комар В.О. / Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – № 4. – 2008. Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-4.files/uk/08pdlhcm_ua.pdf.
7. Комар В.О. Комплексна оцінка місць секціонування розподільної електричної мережі / Комар В.О., Петрушенко Ю.В. // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск. «Проблеми сучасної електротехніки». – Ч.1. – 2010. – С 67-70.

Надійшла до редколегії 28.03.2011

Рецензент: С.Ф.Артюх

В.А. КОМАР С.Я. ВИШНЕВСКИЙ, Е.В. КУЗЬМИК
Винницкий национальный технический университет

V. KOMAR, S. VISHNEVSKY, O. KUZMIK
Vinnytsia National Technical University

Использование показателя качества функционирования при оценивание мест размыкания распределительных электрических сетей. В статье разработан алгоритм учета показателя качества функционирования и проанализировано влияние критериев потерь активной мощности, надежности и качества электрической энергии при выборе мест размыкания распределительных электрических сетей.

Распределительные сети, качество функционирования, надежность электропитания, качество электроэнергии, марковские процессы, критериальное моделирование.

Using of the Operation Quality Indicator for Power Supply Networks Breaking Points Estimation. An algorithm of accounting of functioning quality index is developed. Influence of criteria such as active power losses, efficiency of power supply and electric energy quality on choice of sectionalization places of distributive electric power is analyzed in the article.

Distributive networks, functioning quality, power supply reliability, power quality, Markov process, criterion modelling.