

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ

Коломієць В. О., аспірант, e-mail: kvladislav971@ukr.netQawaqzeh M. Z., к.т.н., доц, e-mail: qawaqzeh@bau.edu.joМірошник О. О., д.т.н., проф., e-mail: omiroshnyk@btu.kharkov.uaПопадченко С. А., ст. викл., e-mail: svanp111@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Проблеми, пов'язані з якістю електричної енергії в енергетичній мережі, не втрачають своєї актуальності нині. Вимоги до якості електроенергії постійно зростають у зв'язку з удосконаленням електроприймачів та збільшенням їх чутливості до спотворень та перешкод. Для контролю та моніторингу якості електричної енергії потрібне використання різних методів вимірювання. В даній тезі, наведені класифікації методів, які поділяють їх на чотири основні категорії: контроль амплітуди напруги, контроль частоти мережі живлення, контроль несиметрії та контроль несинусоїдності. У процесі дослідження було розглянуто роботи вчених, які описують різні методи, і навіть їх математичне уявлення та переваги проти аналогічними методами. За результатами даного дослідження було зроблено висновок про те, що найбільш оптимальними методами контролю можна вважати методи, засновані на Вейвлет-аналізу, оскільки вони дозволяють значно скоротити обсяг інформації, що передається, про параметри режиму електроенергетичної системи. Що значною мірою задовольняє принципи побудови системи моніторингу якості електричної енергії в рамках реалізації інтелектуальних енергосистем

Метою досліджень. Вибір найоптимальнішого методу контролю показників для побудови системи моніторингу якості електричної енергії у межах реалізації інтелектуальних енергосистем з урахуванням методу порівняння.

Основні матеріали досліджень. Вибір необхідного методу в тому чи іншому випадку є одним із основоположних моментів у процесі контролю та моніторингу якості електроенергії. Крім того, класифікацію методів контролю показників якості електричної енергії розглянуто в [1]. Дані методи контролю показників якості електроенергії можна розділити на чотири основні групи: контроль амплітуди напруги, контроль частоти, контроль несинусоїдальності, контроль несиметрії. Методи контролю показників якості електроенергії ґрунтуються на математичних обчисленнях різного виду, таких як Вейвлет-аналізу, перетворення Фур'є, інтегральні обчислення тощо.

Метод контролю амплітуди напруги полягає у визначенні амплітуди напруги. Під амплітудним значенням напруги мається на увазі максимальне, миттєве значення напруги, тобто в тому випадку, коли синусоїда змінної напруги досягає найбільшого значення. Амплітудне значення напруги U_m визначається за формулою 1.

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}, \quad (1)$$

де U – діюче значення напруги.

Контроль частоти напруги здійснюється за допомогою трьох основних методів: Періодограмний метод, Корелограмний метод та Лічильний метод. Періодограмний та корелограмний методи є методами спектрального аналізу, завдяки яким можна описати частотний склад вимірюваного сигналу. Зазначені методи належать до класичних методів оцінки спектральної густини потужності [2]. Робота кожного з них заснована на перетворенні Фур'є, що пов'язує тимчасовий або простірний сигнал з його поданням у частотній області. Періодограмний метод (прямий метод) являє собою перетворення Фур'є відліків сигналу, а оцінка частоти основної гармоніки визначається місцем розташування

максимуму амплітудного спектру. В основі його обчислення лежить квадрат модуля перетворення Фур'є для нескінченної послідовності даних.

$$S(f) = \frac{T}{N} \left| \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \exp(-j2\pi f n T) \right|^2, \quad (2)$$

де N – кількість відліків; T – інтервал відліків.

Методи контролю несинусоїдності мають великий різновид. Насамперед вони поділяються на частотні та тимчасові методи. До частотних належать такі методи, як Вейвлет-перетворення, банк фільтрів та різновиди перетворення Фур'є: швидке та дискретне. Тимчасові методи поділяються на синхронні dq -фрейми, мультигармонічні dq -фрейми та dq -фрейми зі смуговими фільтрами. Метод банку фільтрів [3] застосовується для забезпечення швидкої роботи з більшими масивами даних. В основі методу лежить застосування цифрових фільтрів, що є частотно-виборним ланцюгом з однотипних смугових фільтрів. Ці фільтри розбивають вхідний сигнал на кілька підканалів і проводять вибірку цифрових сигналів за частотою, тим самим здійснюючи фільтрацію. Смужні фільтри отримують завдяки набору фільтрів низьких частот зі зсувом їхнього вхідного сигналу. Це дозволяє отримати дискретне перетворення Фур'є, на якому засновано роботу банку фільтрів.

$$X(k, t) = \sum_{i=0}^{K-1} x(t - i) \exp\left(-\frac{-2j\pi k}{K} i\right). \quad (3)$$

Методи подання несиметрії описуються методом симетричних складових та різними перетвореннями, такими як перетворення Кларка, перетворення Ведепола, перетворення Карренбауера та іншими. Найбільш популярним є метод симетричних складових [2], так як симетричні режими електроустаткування представлені лише вектором прямої послідовності, тоді як зворотний та нульовий вектори мають нульове значення. Якщо зворотний і нульовий вектори мають ненульове значення, тоді йдеться про несиметричний режим. Наприклад, перетворення Кларка [1], яке здійснює перехід від трифазної системи координат до двофазної ($abc-\alpha\beta 0$), є більш простим у порівнянні з методом симетричних складових, оскільки воно дає можливість проводити вимірювання при зміні частоти мережі, легко ідентифікувати вид короткого замикання, а також дозволяє досить просто визначити симетричні складові, сформовані найвищими гармоніками [1, 3]. У зв'язку з зростаючою роллю електроенергії в нашому житті та посиленням вимог до якості електричної енергії, що споживається електроприймачами, необхідно вживати заходів щодо контролю параметрів електроенергії.

Висновок. Таким чином, в результаті проведеного аналізу визначено, що найбільш оптимальними методами контролю можна вважати методи, засновані на Вейвлет-перетворенні, оскільки вони дозволяють значно скоротити обсяг інформації, що передається, про параметри режиму електроенергетичної системи. Що значною мірою задовольняє принципи побудови системи моніторингу якості електричної енергії в рамках реалізації інтелектуальних енергосистем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Dekhandji FZ. Detection of power quality disturbances using discrete wavelet transform. In: 2017 5th International Conference on Electrical Engineering - Boumerdes (ICEE-B), Boumerdes, Algeria. 2017. pp. 1-5.
2. Pan J, Qi M. Study on short-term load forecasting of distributed power system based on wavelet theory. In: 2018 10th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), Changsha, China. 2018. pp. 170-173.
3. Yang Z, Ren G. Power quality disturbance recognition based on fitting redundant lifting wavelet packet and energy analysis. In: 2017 IEEE International Conference on Energy Internet (ICEI), Beijing, China. 2017. pp. 148-153.