



НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ

Національний університет кораблебудування

АВТОМАТИКА AUTOMATICS-2013

МАТЕРІАЛИ

**XX МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
З АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ,
присвяченої 100-річчю
з дня народження
академіка НАНУ О.Г. Івахненка**

25-27 вересня 2013 р.



Миколаїв ■ 2013

Частотно-часове представлення сигналів для моніторингу якості електроенергії

Н.І. Поворознюк¹, Я.В. Смітюх², О.О. Бевз³

Abstract — The paper presents new technologies for monitoring power quality and the methods of signal processing power grids with typical distortions.

Ключові слова — Моніторинг, сегментація, метод опорних векторів.

I. ВСТУП

Сучасна енергетика переживає важливий етап переходу на якісно новий рівень. Розподілена генерація внаслідок впровадження відновлювальних джерел енергії, широке застосування потужних пристроїв силової електроніки (тиристори, транзистори тощо), що працюють у ключовому режимі, електродугові сталеплавильні печі та інші потужні споживачі електроенергії вносять спотворення у мережу електропостачання. Поширюючись по розгалуженій мережі, спотворення негативно діють на комп'ютерні системи, автоматизовані технологічні лінії та інші об'єкти, чутливі до таких спотворень.

У зв'язку з цим актуальною є задача моніторингу якості електроенергії.

II. ПОСТАНОВКА І РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ

Якість електроенергії визначається рівнем спотворень і характеризується системою показників, яка законодавчо закріплена у вітчизняному [1] і міжнародному [2] стандартах. Щоб забезпечити якість електроенергії на рівні, визначеному стандартами, у сучасних складних системах електроживлення потрібні інтелектуальні системи моніторингу, здатні виявити спотворення (англ. *disturbances*), виділити і визначити його інформативні параметри і віднести його до певного класу.

Первинна інформація для моніторингу якості електроенергії поступає від мережі електроживлення через систему збору, що складається датчиків. Далі сигнали нормуються для приведення їх до єдиної шкали і перетворюються аналого-цифровими перетворювачами у послідовності двійкових чисел.

Наступним етапом обробки сигналів є сегментація. Сегментація полягає у фіксації спотворень і виділенні ділянки сигналу, що містить спотворення.

Виділені ділянки спотвореного сигналу підлягають обробці, яка називається вилученням інформативних параметрів (англ. *feature extraction*). У процесі такої обробки з виділених сегментів сигналу вилучаються найцінніші інформативні параметри, що характеризують спотворення, і подаються на подальшу обробку, а решта

даних усувається. Таким чином значно зменшується обсяг даних для наступних етапів аналізу.

Для аналізу сигналів на етапі сегментації і вилученні інформативних параметрів традиційно застосовується перетворення Фур'є, яке здебільшого виконується за швидкими алгоритмами. Воно дає непогані результати для аналізу довготермінових спотворень, наприклад рівня гармонік. Більшість же спотворень мають складну форму у частотній області і змінюються у часі, тобто їх слід трактувати як нестационарні сигнали і здійснювати аналіз у частотно-часовій області. Такий аналіз доцільно виконувати за допомогою вейвлет-перетворення, оскільки воно забезпечує роздільну здатність по частоті і за часом близькими до границі, визначеної принципом невизначеності Гейзенберга. Вейвлет-перетворення розкладає сигнал на окремі складові, причому спотворення здебільшого зосереджені в окремій складовій сигналу, яка вилучається для подальшого аналізу.

Інформативні параметри спотворень, вилучені із сигналу за допомогою вейвлет-перетворення, подаються на класифікацію, яку доцільно здійснювати методом опорних векторів (*support vector machines (SVM)*), який ефективніший за інші методи класифікації, оскільки при аналізі беруться до уваги лише незначно кількість даних (опорні вектори).

З метою перевірки ефективності запропонованих процедур обробки сигналів у середовищі MATLAB/Simulink було проаналізовано сигнали електричних мереж з типовими спотвореннями за допомогою вейвлет-перетворення і проведено класифікацію методом опорних векторів.

III. ВИСНОВОК

Запропонована процедура обробки сигналів для системи моніторингу якості електроенергії дала змогу істотно скоротити обсяг оброблювальних даних, підвищити точність вимірювання інформативних параметрів за рахунок збільшення роздільної здатності по частоті і за часом і поліпшити якість класифікації.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] ГОСТ 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
- [2] IEEE Std 1159-1995 IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality – IEEE Standard, 1995.

¹ Національний технічний університет України "КПІ", пр. Перемоги, 37, Київ, 02056, УКРАЇНА, E-mail: nazar_boy@mail.ru

² Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, УКРАЇНА, E-mail: Smityukh@yandex.ru

³ Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, УКРАЇНА, E-mail: Bevz@yandex.ru