

АНАЛІЗ МЕТОДИКИ ОБЧИСЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Свергун Ю. Ф., Трунова І. М., Лісова А. М.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проаналізована методика обчислення показників якості електроенергії, розроблені рекомендації щодо її застосування в комп'ютерних розрахунках під час контролю якості електроенергії в режимі реального часу.

Постановка задачі. Якість електроенергії це одна зі складових якості послуг електропостачальних організацій, яка має вплив на ефективність використання електроенергії споживачами та на ефективність процесу електропостачання. Моніторинг показників якості електроенергії є основою для аналізу та, за необхідності, розробки рекомендацій з її покращення. Це є актуальним завданням, особливо враховуючи необхідність моніторингу показників якості послуг електропостачальників в нашій країні [1], моніторингу, який є першим етапом з впровадження стандарту якості послуг в електроенергетиці з дієвим контролем за виконанням його вимог. Сучасні прилади контролю якості електроенергії використовують, як правило, для періодичного контролю. Розвиток технологій та необхідність постійного моніторингу якості електроенергії зумовить використання приладів контролю якості електроенергії в режимі реального часу. При цьому необхідно враховувати можливі аномальні режими.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Сучасні прилади контролю дозволяють вимірювати усі показники якості електроенергії, що регламентуються стандартом [2]. При цьому програмне забезпечення цих приладів дозволяє обчислювати показники якості електроенергії за методиками, що рекомендовані [2]. Аналіз вказаних методик показує, що необхідно врахувати в алгоритмі обчислення таких показників якості електроенергії як усталене відхилення напруги та показників, що характеризують несиметрію напруг, режим обриву фази. Це питання розглядалося в [3], але воно потребує уточнень.

Метою досліджень є розробка рекомендацій щодо застосування методики обчислення показників якості електроенергії в комп'ютерних розрахунках під час контролю якості електроенергії в режимі реального часу.

Основні матеріали. За вимогами [2], наприклад, такий показник якості електроенергії, як усталене відхилення напруги, обчислюють таким чином.

Для кожного i -го спостереження за період часу, що дорівнює 24 годинам, вимірюють значення напруги, яку в електричних мережах однофазного струму визначають як дієве значення напруги основної частоти $U_{(1)i}$ (в вольтах або кіловольтах) без врахування вищих гармонійних складових напруги, а в електричних мережах трифазного струму — як дієве значення кожної міжфазної (фазної) напруги основної частоти $U_{(1)i}$, а також як дієве значення напруги прямої послі-

довності основної частоти $U_{I(1)i}$, що обчислюється за формулою

$$U_{I(1)i} = \sqrt{\frac{1}{12} \left(\sqrt{3} \cdot U_{AB(1)i} + \sqrt{4 \cdot U_{BC(1)i}^2 - \left(\frac{U_{BC(1)i}^2 - U_{CA(1)i}^2}{U_{AB(1)i}} + U_{AB(1)i} \right)^2} \right)^2 + \frac{1}{12} \left(\frac{U_{BC(1)i}^2 - U_{CA(1)i}^2}{U_{AB(1)i}} \right)^2}, \quad (1)$$

де $U_{AB(1)i}$, $U_{BC(1)i}$, $U_{CA(1)i}$ — дієві значення міжфазної напруги основної частоти, в i -ому спостереженні, В, кВ.

Допускається:

- 1) визначати $U_{I(1)i}$ методом симетричних складових;
- 2) визначати $U_{I(1)i}$ за наближеною формулою

$$U_{I(1)i} = \frac{1}{3} \cdot (U_{AB(1)i} + U_{BC(1)i} + U_{CA(1)i}), \quad (2)$$

при цьому відносна похибка обчислення значень $U_{I(1)i}$ з використанням формули (2) замість формули (1) не перевищує 0,1 % при коефіцієнті напруги за зворотною послідовністю, що не перевищує 6 %;

- 3) вимірювати в електричних мережах однофазного і трифазного струму замість дієвих значень фазної і міжфазної напруги основної частоти дієві значення відповідних напруг з врахуванням гармонійних складових цих напруг при коефіцієнті спотворення синусоїдності кривої напруги, що не перевищує 5%.

Обчислюють значення усередненої напруги U_y у вольтах, кіловольтах як результат усереднювання N спостережень напруги $U_{(1)i}$ або $U_{I(1)i}$ за інтервал часу 1 хвилина за формулою

$$U_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N U_i^2}{N}}, \quad (3)$$

де U_i — значення напруги $U_{(1)i}$ або $U_{I(1)i}$ в i -ом спостереженні, В, кВ.

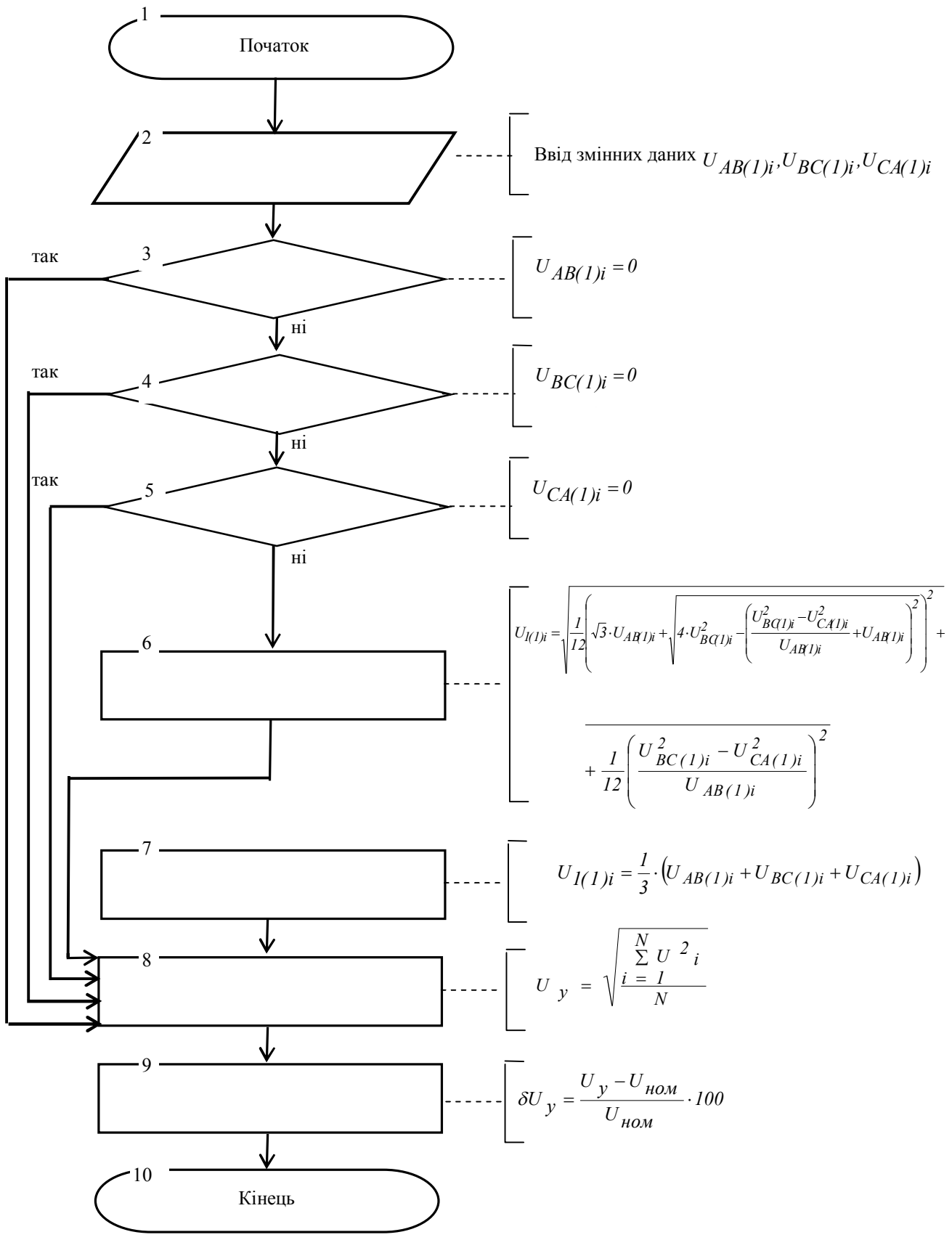


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму обчислення усталеного відхилення напруги в режимі реального часу з врахуванням режимів обриву фаз

І потім обчислюють значення усталеного відхилення напруги δU_V у відсотках за формулою

$$\delta U_V = \frac{U_y - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100, \quad (4)$$

де $U_{ном}$ — номінальна міжфазна (фазна) напруга, В, кВ.

Розглянемо приклад, коли прилад контролю якості електроенергії стаціонарно встановлений на ввіді в будівлю і існує обрив фази (фаз) між вхідними клемми приладу і джерелом живлення.

При використанні в алгоритмі обчислення усталеного відхилення напруги виразу (1) є потенційна можливість збою комп'ютерної програми внаслідок того, що, по-перше, $U_{AB(1)i}$ може дорівнюватися нулю. При вимірюваннях ця можливість обумовлена таким режимом, наприклад, як одночасний обрив фаз А і В. Інший варіант, коли є обрив однієї фази, наприклад, фази А, а прилад контролю якості електроенергії встановлений на ввіді в будівлю споживача, де навантаження, наприклад, лише трифазні електродвигуни. Режим обриву фази зумовлює спрацювання захисту електродвигунів і навантаження відмикається. При цьому прилад фіксує, що $U_{AB(1)i} = U_{CA(1)i} = 0$, а $U_{BC(1)i} \neq 0$. Звідси застосування виразу (1) під час комп'ютерних розрахунків в режимі реального часу викличе збій програми, бо на 0 ділити не можна. Така ж ситуація і у випадку, коли є обрив фази В (для умов даного прикладу). Тоді $U_{AB(1)i} = U_{BC(1)i} = 0$, а $U_{CA(1)i} \neq 0$. І знов застосування виразу (1) під час комп'ютерних розрахунків в режимі реального часу викличе збій програми, бо на 0 ділити не можна.

По-друге, розглянемо, випадок обриву фази С. При обриві фази С лінійні напруги $U_{CA(1)i} = U_{BC(1)i} = 0$, а $U_{AB(1)i} \neq 0$. (в конкретному випадку, що розглядався вище).

Підставимо значення лінійних напруг до формули (1):

$$U_{I(1)i} = \sqrt{\frac{1}{12} \left[\left(\sqrt{3} U_{AB(1)i} + \sqrt{0 - \left(\frac{0-0}{U_{AB(1)i}} + U_{AB(1)i} \right)^2} \right)^2 + \left(\frac{0-0}{U_{AB(1)i}} \right)^2 \right]} \quad (5)$$

Звідси

$$U_{I(1)i} = \sqrt{\frac{1}{12} \left[\left(\sqrt{3} U_{AB(1)i} + \sqrt{-\left(U_{AB(1)i} \right)^2} \right)^2 \right]} \quad (6)$$

Таким чином, у формулі (6) є уявна величина. Висновок – вираз (1) не можна використовувати під час обриву фази С для умов даного прикладу.

Також аналогічний збій комп'ютерної програми може бути і у випадку, коли є одночасний обрив фаз В і С. В цьому випадку $U_{BC(1)i} = 0$ і у формулі (1) знов з'явиться уявна величина.

Враховуючи вищезгадане, виникає необхідність розробки алгоритму обчислення усталеного відхилення напруги в режимі реального часу. На рисунку 1 приведена блок-схема розробленого алгоритму, який дозволяє уникнути збоїв в програмі обрахунку усталеного відхилення напруги в умовах прикладів, що розглядаються.

Висновок. Впровадження запропонованих рекомендацій, що були зроблені на основі аналізу існуючої методики обчислення показників якості електричної енергії, дозволять підвищити надійність моніторингу якості електричної енергії в режимі реального часу та точність отриманих результатів.

Список використаних джерел

1. Про надання ліцензіатами інформації за Формою моніторингу показників якості послуг у І півріччі 2009 року: Розпорядження НКРЕ № 153-р від 2008-12-18.
2. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109-97. – [Чинний від 2000-01-01] - К.: Держстандарт України, 1999. – 31 с.
3. Энергетичний аудит підприємств - електропостачальників з врахуванням якості електроенергії / І. М. Трунова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". - 2009. – № 87 - С. 20-23. – Бібліогр.: с. 23.

Анотація

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Свергун Ю. Ф., Трунова І. М., Лісова А. М.

Проанализирована методика вычисления показателей качества электроэнергии, разработаны рекомендации по её использованию в компьютерных расчетах во время контроля качества электроэнергии в режиме реального времени.

Abstract

THE ANALYSIS OF A CALCULATION METHOD OF POWER QUALITY INDICATORS

U. Svergun, I. Trunova, A. Lisova

The calculation method of power quality parameters is analyzed, recommendations on its use in computer calculations during control of energy power quality in a mode of real time are developed.