

яка знаходиться в оберненопропорційній залежності від квадрату швидкості зближення конфліктуючих ЛА. При великих швидкостях зближення τ являє наближення істинного часу до зіткнення.

2. Мінімальне значення τ , яке можливо визначити з допомогою БСПЗ, буде в два рази більше істинного значення часового прольоту мінімальної відстані між ЛА.

3. При малих швидкостях зближення ЛА для зменшення методичної похибки визначення критерію τ необхідно вводити корекцію по τ , для того потребується додатково ввести інформаційних обмін між конфліктуючими ЛА про швидкість і напрям руху.

Література

1. Яновицький С.О. Способи дискретного вимірювання часового критерію небезпеки у вторинних радіолокаційних системах попередження зіткнення літаючих апаратів // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1997. – № 1. – С. 101-104

2. Кичак В., Яновицький С. Методи підвищення точності визначення часу до зіткнення літаючих апаратів в бортових радіотехнічних системах // «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування» (СПРТП-2009). Матеріали доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції. М. Вінниця, 10 жовтня 2009р.с.66

3. Колчинский В.Е., Мандуровский И.А., Константиновский М.И. Допплеровские устройства и системы навигации. – М.: Сов. радио, 1975. – 343 с.

4. Одинцов В.А. Радионавигация летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1968. – 280 с.

Надійшла 6.12.2009 р.

УДК 622.271.001: 621.311.1

А.А. ШИЯН, Ю.А. ШУЛЄ

Вінницький національний технічний університет

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК І ВИСОКОАМПЛІТУДНИХ ВІДХИЛЕНЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Для опису характеристик електричних навантажень електротехнічних комплексів запропоновано використати кортеж, що складається із характеристик, як самого випадкового процесу, так і статистичних характеристик його відхилень від середнього значення. Показано, що такий процес може бути охарактеризовано показником Херста. Запропоновано метод та його алгоритмічну реалізацію для ідентифікації характеристик електричних навантажень та для ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів.

For the description of electrical loads characteristics for electrotechnical complexes it is offered to use a tuple which consists of characteristics, such as the stochastic process and statistical characteristics of its deviations average value. It is shown that such process can be described by Hurst's metric. It was offered the method and its algorithmic implementation for identification of electrical loads characteristics and for identification of highamplitude deviations of electrical loads at the electrotechnical complexes.

Ключові слова: електричне навантаження, електротехнічний комплекс.

Вступ

Проблеми оптимізації електричних навантажень електротехнічних комплексів мають дві важливі сторони. По-перше, це оптимізація електроспоживання. По-друге, це задача ідентифікації критичних відхилень в навантаженнях, які можуть призвести до надзвичайних ситуацій в мережі постачання. Розв'язання обох цих задач базується на швидкій ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень, таким чином, ця задача зберігає свою наукову актуальність та практичну важливість.

Внаслідок збільшення кількості електротехнічних комплексів стрімко зростає нерівномірність електричних навантажень. Якщо раніше стратегія прогнозування електричних навантажень для таких систем полягала у дослідженні електротехнічного комплексу, пов'язаного із конкретним підприємством [1, 2], то тепер необхідно розглядати задачу із багатьма джерелами електроспоживання, що вимагає застосування інших методів ідентифікації та прогнозування.

До того ж раніше диспетчерський пункт обслуговував, як правило, один електротехнічний комплекс, в економічних умовах сучасної України він обслуговує вже багато таких комплексів. Неузгодженість технологічних циклів цих комплексів призводить до того, що випадкова складова в електроспоживанні стає вирішальною.

Задачі такого типу останнім часом розв'язанні для електророзподільних систем [3, 4]. Проте розглянуто лише задачі із відомими статистичними характеристиками електроспоживання, що і призводить до задачі про ідентифікацію та прогноз навантажень електротехнічних комплексів.

Метою статті є розробка математичного методу для ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів.

Основний розділ

Ідентифікація низько- та середньоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів може бути вирішена відомими методами [1, 2, 5]. Для ідентифікації високоамплітудних відхилень потрібно застосовувати інші методи внаслідок їх більшої важливості для прийняття рішень.

Високоамплітудні відхилення зумовлені наявністю великої кількості окремих споживачів (електротехнічних комплексів), що виникають на фоні випадкового процесу і самі мають випадковий характер. Необхідно також врахувати, що високоамплітудні відхилення електричних навантажень електротехнічних комплексів мають тенденцію до швидкого розгортання у часі.

Випадковий процес характеризується середнім значенням електричних навантажень $\langle \zeta \rangle_t$, де τ – час спостережень. Для потреб управління електричними навантаженнями електротехнічних комплексів необхідно знати максимальне та мінімальне значення навантаження ζ , а також розмах навантажень Δ_t протягом часу спостережень. Це необхідно, з одного боку, для прогнозу поточного управління і, з іншого боку, для модифікації електропостачальної мережі.

Таким чином, в першому наближенні характеристики електричних навантажень системи електротехнічних комплексів можуть бути представлені у вигляді кортежу $K = \{ \langle \zeta \rangle_t, \max_t \zeta, \min_t \zeta, \Delta_t \}$, де Δ_t визначено за такою формулою

$$\Delta_t = \max_t x - \min_t x. \quad (1)$$

При записі кортежу K та формули (1) було враховано, що всі визначені нами значення залежать від часу спостережень. Зокрема, в них природним чином може входити зміна системи електротехнічних комплексів, системи електропостачання тощо.

В останні роки зростає увага до використання енергозберігаючих технологій. До таких же задач призводить задача оптимізації продажу електроенергії в умовах її надлишку та закупівля електроенергії за умов її недостатності (добові та сезонні цикли) [1]. Для цих задач кортеж K повинен бути доповнений такими характеристиками випадкового процесу (записано для дискретного процесу – узагальнення на неперервний випадок не вимагає ускладнень):

$$X(t, \tau) = \sum_{i=1}^t \{ x(i) - \langle x \rangle_t \}, \quad (2)$$

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau), \quad (3)$$

де $0 < t < \tau$.

Величина $X(t, \tau)$ є накопиченим відхиленням значення випадкового процесу – це фактично є накопичені відхилення електричних навантажень системи електротехнічних комплексів.

Величина $R(\tau)$ – це розмах відхилень. Вона дорівнює величині резервної потужності, яка необхідна для підтримання середнього електричного навантаження для заданої системи електротехнічних комплексів протягом розглядуваного часу τ .

Таким чином, кортеж, який характеризує електричні навантаження системи електротехнічних комплексів записується, в кінцевому підсумку, в такому вигляді:

$$K_t = \{ \langle x \rangle_t, \max_t x, \min_t x, \Delta_t, X(t, \tau), R(\tau) \}. \quad (4)$$

Всі характеристики кортежу (4) можуть бути безпосередньо виміряні. Всі вони мають безпосередній прикладний смисл, і можуть бути використані в організації управління електричними навантаженнями системи електротехнічних комплексів.

Для кортежу (4) можна обрахувати показник Херста H за формулою [6]

$$\frac{R}{S} = const \cdot t^H, \quad (5)$$

де σ^2 – дисперсія випадкового процесу ζ .

Якщо показник Херста $H > 1/2$, випадковий процес називають персистентним – таким, що підтримує поточну тенденцію. Наприклад, якщо значення перемінної зростає, то в наступний момент часу також буде зростання. Процеси із показниками $H < 1/2$ називаються, відповідно, антиперсистентними: інтерпретація їх очевидна.

Випадковий процес із $H = 1/2$ відповідає броунівському випадковому процесу [7], для якого відсутні ефекти пам'яті.

Для коректного обчислення показника Херста потрібно мати понад 10^3 точок [7].

Будуючи методи ідентифікації характеристик та високоамплітудних відхилень, вважаємо, що вимірювальна апаратура працює у дискретному режимі.

Співвідношення (5) можна використати для побудови методу для ідентифікації характеристик навантажень електротехнічних комплексів. Алгоритм цього методу може бути записано таким чином:

1. Визначаються та відслідковуються значення характеристик кортежу (4), а також показника Херста H за (5) та значення σ .
2. За значеннями $\langle \zeta \rangle_t, \max_t \zeta, \min_t \zeta, \Delta_t, R(\tau)$ розробляємо систему управління усередненими значеннями навантажень електротехнічних комплексів.

3. Періодично циклічно повторювати етапи 1 та 2. В якості характерного проміжку часу для повторень можна взяти час Δ_{τ_0} , за який автокореляційна функція для розмаху відхилень $R(\tau)$ вперше отримує нульове значення.

Визначивши показник Херста можна побудувати алгоритм для ідентифікації високоамплітудних відхилень навантажень електротехнічних комплексів. Ідентифікація високоамплітудних відхилень проходить у два етапи. Перший – це моніторинг відхилень, свого роду «фоновий режим» (дискретність вимірів задається часом Δ_{t_0} , дивись нижче). Коли ідентифікується «небезпечна» щодо високо амплітудного відхилення ситуація, то час дискретизації зменшується на порядок, а апаратура управління, яку задіюють в таких ситуаціях (наприклад, аварійного відключення) приводиться до стану готовності.

Алгоритм розкладається на 2 випадки – для показника $H \geq 1/2$ та $H < 1/2$, відповідно.

Показник Херста $H \geq 1/2$.

1. Будуємо автокореляційну функцію для процесу ζ та визначаємо період кореляції Δ_{t_0} .

2. Визначаємо значення величини приросту процесу ζ послідовно за час Δ_{t_0} і $2\Delta_{t_0}$. Якщо обидва ці прирости перевищують кожен раз σ , то можна вважати, що ситуація відповідає високоамплітудному відхиленню і переходимо до відповідного алгоритму дій, який полягає в проведенні замірів через на порядок менший проміжок часу. При цьому задіється апаратура, що повинна реагувати на такі відхилення.

Показник Херста $H < 1/2$.

1. Будуємо автокореляційну функцію для процесу ζ та визначаємо період кореляції Δ_{t_0} .

2. Визначаємо величину та знак приросту процесу ζ послідовно за час Δ_{t_0} і $2\Delta_{t_0}$. Якщо обидва рази цей приріст має один і той же знак, а його сумарна величина перевищує σ , то можна вважати, що ситуація відповідає високоамплітудному відхиленню і переходимо до відповідного алгоритму дій.

Конкретні числові значення для характеристик методу можуть бути отримані із імітаційного моделювання.

Висновки

Побудована математична модель для опису характеристик електричних навантажень електротехнічних комплексів як випадкового процесу. Для характеристик запропоновано використати кортеж, що складається із характеристик як самого випадкового процесу, так і статистичних характеристик його відхилень від середнього значення. Показано, що такий процес може бути охарактеризовано показником Херста.

На основі побудованого кортежу запропоновано метод та його алгоритмічну реалізацію для ідентифікації характеристик електричних навантажень та для ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів.

Література

1. Рогальський Б.С. Методи визначення і прогнозування електричних навантажень промислових підприємств: монографія. – Вид-во «Вінниця», 1996. – 96 с. ISBN 966-527-029-X.
2. Рогальський Б.С., Войтюк Ю.П. Контроль електроспоживання гірничих машин і технологічних властивостей гірських порід: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 80 с. ISBN 978-966-641-298-3.
3. Лежнюк П.Д., Комар В.О. Оцінка якості оптимального керування критеріальним методом: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 107 с. ISBN 966-641-201-2.
4. Лежнюк П.Д., Остра Н.В., Зелінський В.Ц. Оцінювання чутливості оптимального керування режимами електроенергетичних систем критеріальним методом: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 131 с. ISBN 978-966-641-256-3.
5. Рогальський Б.С., Лисогор Ю.А. Моделі багатокритеріальної оцінки визначення та прогнозування електричних навантажень гірничих підприємств: модульний підхід // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 6. – С.101-109.
6. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. – 254 с. ISBN 5-03-001712-7.

Надійшла 3.12.2009 р.