

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИМІРЮВАННЯ СТИБКІВ ПАРАМЕТРІВ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ТРАДИЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ

В метрологічній практиці зустрічаються ситуації, коли потрібно здійснити вимірювання швидких змінювань параметрів випадкового процесу. В доповіді проведено аналіз такої можливості традиційними методами.

Нехай комплексна частотна характеристика приймача описується функцією $K(j\omega)$, де $\omega = 2\pi f$ - кругова частота. Ця функція описує частотний коефіцієнт передачі приймача з визначеною смугою пропускання. Вимірювання можна здійснювати тільки після виявлення корисного сигналу. Корисним сигналом вважаємо стрибок амплітуди сигналу. Його вважаємо стрибком тільки після того, коли буде перевищений наперед вибраний рівень порогової амплітуди, від якого залежать ймовірності хибної тривоги та правильного виявлення стрибка. Фізично зі стрибком пов'язуємо дефекти системи, що аналізується. Причиною стрибка можуть бути завади імпульсного характеру. Заваду можна переплутати з "корисним" стрибком і тоді маємо хибну тривогу. Після того, як стрибок амплітуди виявлено, здійснюється вимірювання самої амплітуди, рівень якої залежить від характеру дефекту системи.

Вихідний сигнал лінійної системи

$$y(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) X(\omega) e^{j\omega t} d\omega, \quad (1)$$

де $X(\omega)$ - спектральна щільність потужності вхідного сигналу $x(t)$; для вхідного сигналу спектральна щільність потужності визначається за формулою

$$Y(w) = K(jw)X(w). \quad (2)$$

Методика моделювання

- 1) Вибираємо приймальні системи з різною смугою пропускання, що закладена в функції (АЧХ) $K(jw)$; достатньо взяти систему з малою, середньою і великою смугою пропускання (порівняно зі спектром сигналу);
- 2) Вибираємо декілька типів опорних сигналів: детермінований, детермінований з шумом, квазібілий шум;
- 3) До різних типів сигналів додаємо моделі стрибків амплітуди різної інтенсивності, різної ширини (вузькі, середні, широкі); ці стрибки відбуваються у визначений момент часу;
- 4) Обчислюємо спектральну щільність потужності вхідних сигналів $X(w)$, як окремо, так і зі стрибком амплітуди;
- 5) Використовуємо формулу (1) для обчислення вихідного сигналу як без стрибка у вхідному сигналі, так і зі стрибком;
- 6) Вибираємо поріг, перевищення якого вихідним сигналом свідчить про виявлення стрибка амплітуди; визначення ймовірності виявлення стрибка потребує статистичного аналізу, як в наших статтях; (вважаю, що вона буде малою);
- 7) Тепер використовуємо віконне перетворення Фур'є з різною шириною вікна і повторюємо аналогічні операції;
- 8) Використовуємо вейвлет аналіз і оцінюємо ймовірність виявлення стрибка і можливість вимірювання амплітуди стрибка;
- 9) Пробуємо нестационарні сигнали зі стрибком, порівнюємо результати зі стаціонарними сигналами;
- 10) Використовуємо перетворення Гільберта-Хуанга і оцінюємо ймовірність виявлення стрибків по окремим модам.

Це справедливо для лінійних приймальних систем. Стрибки параметрів процесів великої амплітуди можуть виходити за межі динамічного діапазону і тоді потрібно використовувати моделі Гаммерштейна чи Вінера.

З результатів моделювання випливає, що в результаті фільтрової обробки сигналів показники виявлення і вимірювання стрибків амплітуди сигналів є низькими. Фізичною причиною цього факту є невідповідність фіксованої смуги пропускання приймального пристрою зі спектром не всього сигналу (в цьому випадку стрибок виявити практично неможливо), а тільки сигналу зі стрибком на вузькому часовому інтервалі. Отже, смуга пропускання приймача повинна бути адаптивною і прив'язаною до часового інтервалу, який на практиці визначається на основі апріорної інформації. Якщо гіпотетична смуга пропускання пристрою є нескінченною, то швидкість його спрацювання є також нескінченною і стрибок амплітуди пропускається на вихід приймача без спотворень і одночасно пропускається вимірюваний сигнал разом з усіма типами шумів. Оскільки енергетичні характеристики стрибка можуть бути кращими, ніж для сигналу та шуму, то цей стрибок виявляється з заданими ймовірностями в залежності від багатьох факторів.

Отже, традиційні методи мають обмежені можливості з вимірювання швидких змінювань параметрів випадкових процесів. Для розв'язання подібних задач треба синтезувати оптимальний пристрій (приймач) з адаптивною смугою пропускання, що забезпечує найвищу для конкретних умов ймовірність виявлення і точність вимірювання стрибка амплітуди. Для цього можуть використовуватися класичні диференціальні рівняння Фоккера-Планка.