

УДК 043.5

Кузьмич Л.В., канд. техн. наук, докторант  
Національний авіаційний університет, klv@nau.edu.ua**НЕПАРАМЕТРИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЩІЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛУ  
ВІРОГІДНОСТІ В СКЛАДНІЙ ПОСТІЙНО ЗМІННІЙ ЗАВАДОВІЙ ОБСТАНОВЦІ**

В умовах сьогодення спостерігається постійний ріст складності запропонованих інформаційно-вимірювальних систем, апаратури, засобів автоматизації. Разом з тим підвищуються вимоги щодо ефективності керування цими системами, скорочення термінів розробки та випробовувань даних систем.

Сучасні інформаційно-вимірювальні системи працюють в складній постійно змінній завадовій обстановці під впливом сильних завад. Одним із ефективних методів боротьби з цими завадами є застосування нелінійних засобів пригнічування, амплітудні характеристики яких залежать від щільності розподілу вірогідності завад.

Проблема непараметричної ідентифікації щільності розподілу вірогідності завад є найбільш складною і містить значний обсяг інформаційних джерел. Серед відомих непараметричних оцінок щільності розподілу вірогідності завад є ядерна оцінка Розенблатта – Парзена – Ченцова з гауссовим ядром, яка при оцінюванні одномірної щільності розподілу вірогідності завад має вигляд:

$$\hat{w}(n) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [2\pi\sigma_n h(N)]_{exp}^{-1} \left\{ -\frac{(n-n_i)^3}{2h^2(N)\sigma_n^2} \right\}, \quad (1)$$

де  $N$  – об'єм вибірки;

$n_i = n(t_i)$  – незалежні спостереження стаціонарної завади в моменти часу  $t_i$ , де  $i=1, 2, \dots, N$ ;

$\sigma_n^2$  – дисперсія завади або її вибіркова оцінка;

$h(N)$  – параметр згладжування оцінки щільності розподілу вірогідності завад, який вибирається таким чином, щоб при  $N \rightarrow \infty$  ряд (1) сходився із забезпеченням відповідних якостей оцінки.

В роботі [2] параметр  $h(N)$  рекомендується вибирати з умови:

$$h(N) = N^{-b}, \quad 0 < b < 0,5$$

У цьому випадку оцінка (1) буде схожою на полігауссову апроксимацію:

$$\hat{w}(n) = \sum_{i=1}^L \frac{p_i}{\sqrt{2\pi}\sigma_i} \exp\left(-\frac{(n-m_i)^2}{2\sigma_i^2}\right), \quad (2)$$

де  $\sum_{i=1}^L p_i = 1$ ;  $p_i$  – вагомий коефіцієнт, що, зазвичай, інтерпретується як апіорна вірогідність  $i$ -ї гауссової складової;

$m_i$  та  $\sigma_i^2$  – параметри  $i$ -ї складової щільності розподілу вірогідності завад.

Представлення щільності розподілу вірогідності завад у вигляді полігауссового ряду (2) дозволяє істотно спростити розв'язок задачі нелінійної обробки. Таким чином, нелінійний фільтр зводиться до сукупності фільтрів Калмана і сумуванню їх оцінок. Однак ряд (2) при  $N \rightarrow \infty$  не сходиться.

На відміну від (2) оцінка (1) має наявне сходження, до того ж її можна інтерпретувати як полігауссову апроксимацію ряду (2) за умови  $L = N$ ;  $p_i = N^{-1}$ ;  $m_i = n_i$ ;  $\sigma_i^2 = h^2(N)\sigma_n^2$ . Це дозволяє сумісно застосовувати достоїнства обох оцінок (1) та (2) при синтезі пристроїв нелінійної обробки.

**Список посилань**

1. Новоселов О. Н. Основы теории и расчета информационно – измерительных систем. [Текст] / О. Н. Новоселов, А. Ф.Фомин. – М.: Машиностроение, 1991. – 311 с.

2. Шалыгин А.С. Прикладные методы статистического моделирования. [Текст] / А.С. Шалыгин, Ю. И. Палагин. – Л.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
3. Петров Е. П. Практикум по основам статистической радиотехники: Учеб. пособие. [Текст] / Е.П. Петров, А. В. Частиков, Д. Е. Прозоров. – Киров: ВятГТУ, 2000. – 108 с.

УДК 621.311.4:621.313

**Оборский Г.А., докт. техн. наук, профессор**  
**Прокопович И.В., докт. техн. наук, доцент**  
**Моргун Б.А., канд. техн. наук, доцент**  
**Моргун Ю.Б., ст. преподаватель**

Одесский национальный политехнический университет, i.v.prokopovich@onu.ua

## **ОЦЕНКА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИКИ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Авторами разработан новый тип ветроэнергетической установки (ВЭУ) с адаптивным управлением формой лопасти в зависимости от скорости ветра и нагрузки на валу ротора [1].

Для исследования влияния внешних факторов на автоматическую систему регулирования (АСР) рассматриваемой ВЭУ составляем математическую модель, описывающую ее поведение в неустановившемся состоянии.

В установившемся состоянии ВЭУ момент движущих сил уравнивается моментом сил сопротивления. Движущей силой ВЭУ является энергия ветрового двигателя, момент которого обозначим  $M_{вд}$ , силой сопротивления ВЭУ является электрический генератор, момент которого –  $M_{г}$ . В неустановившемся состоянии, когда  $M_{вд} \neq M_{г}$ , появляется динамический момент  $M_{д}$ , с учетом которого можно записать:

$$M_{вд} - M_{г} = M_{д} \quad (1)$$

где  $M_{д} = \frac{J \partial \omega}{dt}$ ;

$J$  – момент инерции ротора ВЭУ, кг·м<sup>2</sup>;  
 $\omega$  – угловая скорость вращения ротора, с<sup>-1</sup>.

Уравнение динамики ротора

$$\Delta M_{вд} - \Delta M_{г} = \frac{J d(\Delta \omega)}{dt} \quad (2)$$

Для определения отклонений моментов сил воспользуемся следующими зависимостями:

$$M_{вд} = P_{вд} / \omega_{вд} \quad \text{и} \quad M_{г} = N_{г} / \omega_{г}, \quad (3)$$

где  $M_{вд} = f(P_{вд})$ ;  $P_{вд} = f_1(C_p, \rho, v, s)$  – мощность ветродвигателя, Ват;

$C_p = f_2(Z)$  – коэффициент мощности;

$Z = f_3(\omega, R, v)$  – коэффициент быстроходности;

$S = f_4(R, \varphi)$  – ометаемая площадь, м<sup>2</sup>;

$M_{г} = f_5(N_{г}, \omega_{г})$ ;

$N_{г}$  – мощность генератора, Ват;

$\varphi$  – угол отклонения гондолы с ротором, град.

Для управления оборотами ротора используем метод вывода ротора из-под ветра [2], который уменьшает проекцию ометаемой площади ротора на перпендикулярную ветру