

А.А. Симилова, асп. (КемГУ, г. Кемерово, Россия)  
Е.В. Башкирцева, Н.В. Фурман, магистранты;  
Б.А. Федосенков, проф., д-р техн. наук (КузГТУ, г. Кемерово, Россия)

## **МНОГОМЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ДОЗИРОВАНИЯ**

Рассматривается процесс дозирования дисперсных материалов в смесеприготовительном агрегате. Объект исследования - блок мультиингредиентного дозирования, состоящий из дозирующих устройств непрерывного и дискретного действия. Предметная область исследований - автоматизированное мониторинговое управление процессом дозирования. При этом процесс управления осуществляется синхронно с визуально-графическим отображением режимов дозирования в многомерной вейвлет-среде. Последнее дает возможность на семантически прозрачном уровне идентифицировать стационарные и нестационарные режимы работы дозирующих устройств, что позволяет контролировать процессы в смесеприготовительном агрегате на предсмесительной стадии. Поддержание процессов дозирования на номинальном уровне способствует эффективному функционированию агрегата - получению смесей высокого качества.

В данном случае управление в многомерной среде подразумевает формирование управляющих воздействий как в скалярном формате, так и в многомерном. Однако в первом случае скалярное управляющее воздействие получается в результате преобразования многомерного вейвлет-отображения текущего режима дозирования на основе тарировочных характеристик "частота (период) дозирования-напряжение на исполнительных механизмах (электродвигателях)" соответствующих дозаторов. При этом задание имеет вид скалярного номинального напряжения. Во втором случае задающее воздействие на дозирующее устройство должно быть сформировано в многомерном виде. Таким образом, в составе производственной системы смесеприготовления создается система автоматического регулирования, функциональной задачей которой является стабилизация на номинальном уровне процесса дозирования.

Под многомерным отображением режима дозирования понимается представление текущего сигнала расхода, одномерного по своей природе, в виде одного из многомерных время-частотных распределений, входящих в группу так называемых распределений класса Козна [1, 2]. В общем виде, распределения этого типа определяются выражением

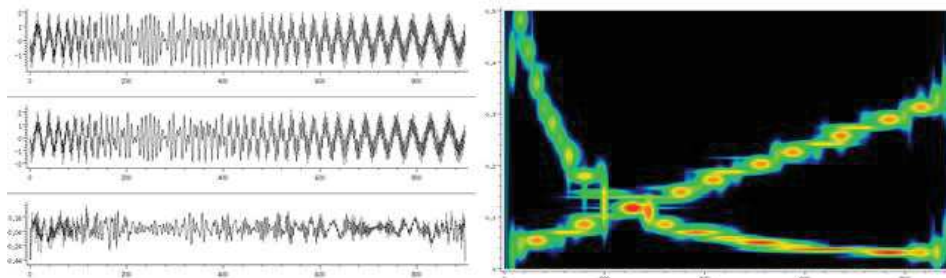
$$Coh_x(t, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} A_x(\tau, \theta) \Phi(\tau, \theta) \exp(j2\pi(\theta t - \tau f)) d\theta d\tau, \quad (1)$$

где  $A_x(\tau, \theta)$  - функция неоднозначности [1], задающая определенный тип распределения, имеющая вид

$$A_x(\tau, \theta) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^*(t-\tau/2) \exp(-j2\pi\theta t) x(t+\tau/2) dt, \quad (2)$$

$\Phi(\tau, \theta)$  - ядро распределения класса Коэна; служит для модификации виртуальной (паразитной) части распределения.

Практический пример время-частотного отображения нестационарного режима дозирования ингредиентов двумя аппаратами непрерывного действия, работающими в "противоположных режимах" сброса и наброса нагрузки, приведен в графическом виде на рисунке.



**Рисунок - Время-частотный мониторинг работы блока из двух дозирующих устройств**

На рисунке: слева - нормированный центрированный материалоточный сигнал (в г/с) на выходе блока из двух шнековых дозаторов, реконструированный по алгоритму вейвлет-поиска соответствия (иначе - МР-алгоритму [3]) сигнал, ошибка аппроксимации; справа - карта Вигнера (одного из распределений класса Коэна) данного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cohen, L. Time-frequency analysis / L. Cohen. - Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995. - 299 pp.
2. Fedosenkov, D.B. Features of the use of time-frequency distributions for controlling the mixture-producing aggregate / D.B. Fedosenkov, A.A. Simikova, and B.A. Fedosenkov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering **354** (2018) 012019 doi:10.1088/1757-899X/354/1/012019
3. Mallat, St. A wavelet tour of signal processing, Academic Press, 2nd Ed., Ecole Polytechnique, Paris; Courant Institute, New York University, Library of Congress Catalog Card Number: 99-65087. - 1999, Reprinted 2001. - 637 pp.