

М.В. Алексеев, И.А. Александров, А.Н. Докучаев
МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОЙ ЦСР
С НАСТРАИВАЕМОЙ МОДЕЛЬЮ

Для управления различными технологическими процессами широко используют типовые схемы стабилизации. Однако их применение оказывается малоэффективным для нестационарных технологических объектов, у которых наблюдается плавное или скачкообразное изменение характеристик. Для таких объектов целесообразно применение адаптивных цифровых систем регулирования (АЦСР). Реализация адаптивных систем на средствах вычислительной техники требует достаточно сложной проработки математического и программного обеспечения.

В работе решается задача составления модели АЦСР (рис. 1), ее исследования и реализации адаптивной системы на учебном стенде.

Для описания системы использованы дискретные динамические модели «вход–выход»:

$$u_i = u_{i-1} + \sum_{l=0}^{m-1} q_l (y_{i-l}^3 - y_{i-l}); \quad (1)$$

$$y_i = \sum_{k=1}^n a_k y_{i-k} + b u_{i-d},$$

где u_i, y_i – выходы ЦР и объекта на i -м такте квантования T_0 ; m, n – порядки моделей; \bar{q} и \bar{a}, b, d – их параметры.

Текущая адаптация параметров \bar{a}, b в БИ проводится рекуррентным методом наименьших квадратов (РМНК):

$$a_k^{N+1} = a_k^N + \frac{1}{\gamma_{ak}^N} \varepsilon^N y_{N+1-k}, \quad k = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$b^{N+1} = b^N + \frac{1}{\gamma_b^N} \varepsilon^N u_{N-d},$$

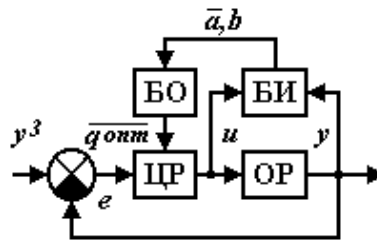


Рис. 1. Структурная схема АЦСР с настраиваемой моделью:

ЦР – цифровой регулятор; ОР – объект регулирования;
 БИ – блок идентификации; БО – блок оптимизации; y^3 – задающее воздействие;
 e – величина рассогласования; u – управляющее воздействие;
 y – регулируемый параметр; \bar{a}, b – параметры настраиваемой модели ОР;

\bar{q}^{opt} – оптимальные настройки ЦР

где N – номер такта адаптации; $\gamma_{ak}^N = \sum_{j=N-Nn}^{N+1} y_{j-k}^2, k = \overline{1, n}, \gamma_b^N = \sum_{j=N-Nn}^{N+1} u_{j-1-d}^2$ – накапливаемые значения сумм квадратов выхода

и входа ОР за последние Nn -тактов; $\varepsilon^N = y_{N+1} - \sum_{k=1}^n a_k^N y_{N-k} - b^N u_{N-d}$ – ошибка адаптации.

Расчет оптимальных настроек \bar{q}^{opt} ЦР в БО осуществляется на каждом такте численным градиентным методом по критерию интегрально-квадратичной ошибки.

Составлена программа в среде Borland C++ Builder, имитирующая изменение динамики объекта (на имитационной модели) и работу модели АЦСР по адаптации ее параметров.

Реализация АЦСР выполнена на учебном стенде (рис. 2) [1].

Аналоговый комплекс СУЛ-3 позволяет моделировать объекты регулирования с различными динамическими характеристиками (постоянные времени объекта можно изменять в диапазоне от нескольких секунд до нескольких минут и настраивать требуемую величину коэффициента усиления).

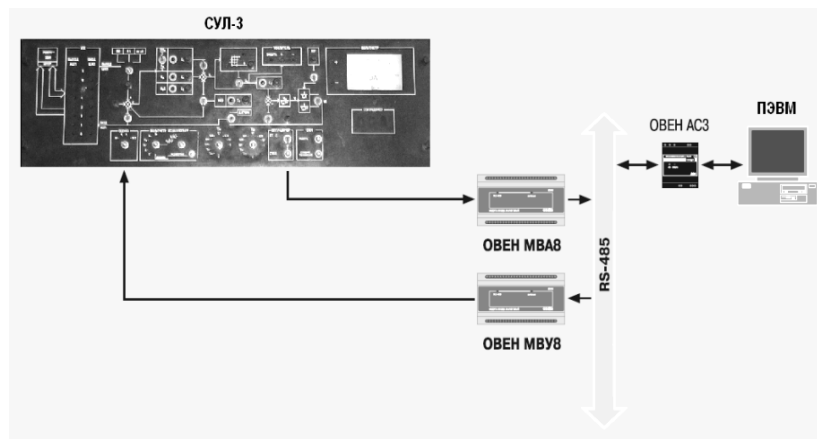


Рис. 2. Схема подключения элементов АЦСР:

СУЛ-3 – аналоговый вычислительный комплекс;

МВА8 – модуль ввода аналоговый (АЦП);

МВУ8 – модуль вывода управляющий (ЦАП);

АС3 – адаптер сети; ПЭВМ – рабочая станция

Формирование управляющих воздействий u_i и получение значений регулируемого параметра y_i с комплекса СУЛ-3 организовано с помощью модулей МВУ8 и МВА8 НПО «ОВЕН» (длительность такта квантования сигналов $T_0 = 0,5$ с).

Алгоритм адаптивного регулирования (в режиме реального времени) реализован на ПЭВМ средствами SCADA-системы Trase Mode 6. Разработаны пользовательские FBD-блоки и DLL-файлы, которые включены в проект Trase Mode, для реализации ЦР, БИ и БО.

Сравнительная оценка адаптации (по показателям качества), проведенная на дискретных динамических моделях и физической модели (аналоговый комплекс СУЛ-3), показала эффективность разработанного математического, программного обеспечения и реализованной АЦСР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшов, В.С. Синтез и реализация системы цифрового управления исследовательской нагревательной установкой / В.С. Кудряшов, М.В. Алексеев, И.А. Александров // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии : сб. докл. Междунар. науч.-практич. конф. – Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. – Ч. 6. – С. 48 – 50.

*Кафедра «Информационные и управляющие системы»,
Воронежская государственная технологическая академия*