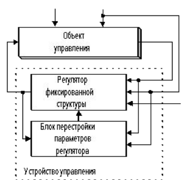
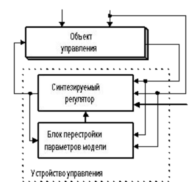
АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ

Введение

В адаптивных системах обработки информации и управления происходит приспособление к изменяющимся условиям и неизвестным характеристикам объекта.





Постановка задачи адаптивного управления

Рассматриваем адаптивную систему с идентификацией (АСИ). Синтезируем алгоритм расчета управления (алгоритм работы устройства управления) u(t) в каждый текущий момент времени t. Исходными экспериментальными данными о входе и выходе объекта. Необходимо рассчитать управляющее воздействие u(t) , обеспечивающее достижение следующей цели: наименьшего уклонения выхода системы x от заданной траектории x* в каждый текущий момент времени.

Считаем, что поведение объекта в динамическом режиме описывается разностным уравнением

$$x(t) = f(x(t-1), u(t-1), a) + \xi(t), \quad t = 1, 2, \ldots$$

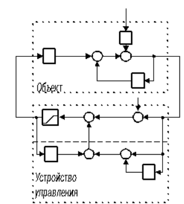
Обозначим через y(k|α(t)) выход модели в момент времени k при значении вектора параметров α(t), вычисленных в момент времени. Если шум – белый, то

$$y(k \mid \alpha(t)) = f(x(k-1), u(k-1), \alpha(t))$$

Примеры синтеза устройств управления для простейших линейных систем

Пример 1. Считаем, что объект описывается уравнением:

$$x(t) = x(t-1) + u(t-1) + h(t-1)$$



Формируем модель объекта:

$$y(k \mid \alpha(t)) = x(k-1) + u(k-1) + \alpha(t)$$

Находим параметры:

$$\alpha(t) = x(t) - x(t-1) - u(t-1)$$

Из локального квадратичного критерия оптимальности

$$I(u) = (y(t+1 \mid \alpha(t)) - x^*(t+1))^2 = \min_{u_1(t) \le u(t) \le u_2(t)}$$

Рассчитываем оптимальное управление:

$$u(t) = \begin{cases} u_1(t), & \text{если } v(t) \le u_1(t), \\ v(t), & \text{если } u_1(t) \le v(t) \le u_2(t), \\ u_2(t), & \text{если } u_2(t) \le v(t). \end{cases}$$

Примеры синтеза устройств управления для простейших линейных систем

Пример 2. Объект описывается уравнением:

$$x(t) = a_0 + a_1 x(t-1) + a_2 u(t-1) + e(t)$$

Модель объекта:

$$y(k \mid \alpha(t)) = \alpha_0(t) + \alpha_1(t) x(k-1) + \alpha_2(t) u(k-1)$$

Параметры:

$$\alpha_0(t) = \alpha_0(t-1) + \frac{x(t) - y(t \mid \alpha(t-1))}{1 + x^2(t-1) + u^2(t-1)} = \alpha_0(t-1) + \Delta(t)$$

$$\alpha_1(t) = \alpha_1(t-1) + \Delta(t) x(t-1)$$

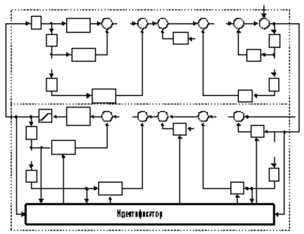
$$\alpha_2(t) = \alpha_2(t-1) + \Delta(t) u(t-1)$$

Находим управляющее воздействие :

$$v(t) = \alpha_2^{-1}(t)(x^* \mid t+1) - \alpha_0(t) - \alpha_1(t) x(t))$$

Синтез алгоритмов управления для линейных систем

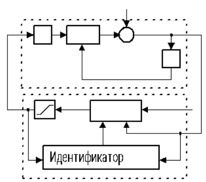
Объект: $$x(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i x(t-i) + \sum_{j=1}^{m} a_{n+j} u(t-j) + e(t)$$

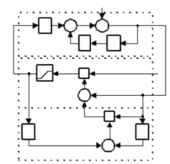


Алгоритмы адаптивного управления для нелинейных систем

Объект описывается нелинейным разностным уравнением:

$$x(t) = f(x(t-1),\ u(t-1),\ a,\ t-1) + e(t),\quad t = 1,\ 2, \ldots\ .$$





Управление динамическими системами с чистыми запаздываниями

Рассматриваем объект, описываемый разностным уравнением:

$$x(t) = f(x(t-1), u(t-1-\tau), a) + e(t), \quad t = 1, 2, \ldots.$$

Строим модель объекта:

$$y(k \mid \alpha(t)) = f(x(k-1),\ u(k-1-\tau),\ \alpha(t))$$

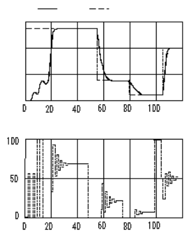
Выход модели находим из критерия наименьших квадратов:

$$I(u) = (y(t+1+\tau \mid \alpha(t)) - x^*(t+1+\tau))^2 = \min_{u_1 \le u(t) \le u_2}$$

Решение получается в форме

$$u(t) = \begin{cases} u_1, & \text{если } v(t) \le u_1, \\ v(t), & \text{если } u_1 \le v(t) \le u_2, \\ u_2, & \text{если } u_2 \le v(t), \end{cases}$$

Управление динамическими системами с чистыми запаздываниями



Пример: на примере гальванической ванны одного из заводов при однопроцентном уровне помех приведены входная и выходная переменные замкнутой системы управления, а также кусочно-постоянный заданный температурный режим x*(t). В начальный момент температура ванны равна 20 °С. На первых двадцати тактах происходит основная настройка параметров модели, хотя и далее алгоритм коррекции параметров продолжает непрерывно работать. Если в объекте произойдут какие-либо изменения, то идентификатор отследит их. После основной коррекции параметров алгоритм управления обеспечивает перевод системы на новый уровень стабилизации за минимальное время и без перерегулирования.