Работа №8

Рассмотрим **минимально-фазовую** линейную модель объекта, представленную в форме “вход-выход”:

$$y^{(n)} + a_{n-1} y^{(n-1)} + a_{n-2} y^{(n-2)} + \ldots + a_0 y = b_m u^m + b_{m-1} u^{m-1} + \ldots + b_0 u\,, \quad (7.1)$$

$$\dot{v}_1 = \Lambda v_1 + e_{n-1} u, \qquad (7.2)$$

$$\dot{v}_2 = \Lambda v_2 + e_{n-1} y, \qquad (7.3)$$

$$\Lambda = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ -k_0 & -k_1 & -k_2 & \cdots & -k_{n-2} \end{bmatrix}.$$

$$K(s) = s^{n-1} + k_{n-2} s^{n-2} + k_{n-3} s^{n-3} + \ldots + k_0\,.$$

$$y(t) = \frac{1}{K_M(s)} \left[\psi^T \omega(t) + b_m u(t) \right] + \delta(t)\,, \qquad (7.4)$$

где $\omega^T = \left[v_1^T, v_2^T, y \right]$, $\delta(t)$ — экспоненциально затухающая функция, определяемая ненулевыми начальными условиями.

Постановка задачи управления по выходу. Рассмотрим задачу слежения выходной переменной y за эталонным сигналом y_M, формируемым эталонной моделью вида

$$y_M(t) = \frac{k_0}{K_M(s)} [g(t)], \qquad (7.5)$$

$$\lim_{t \to \infty} \left(y_M(t) - y(t) \right) = 0\,. \qquad (7.6)$$

Закон управления формируется в виде

$$u = \frac{1}{b_m} \left(\hat{\psi}^T \omega_p + k_0 g \right) \qquad (7.8)$$

Введем в рассмотрение сигнал расширенной ошибки:

$$\hat{\varepsilon} = \varepsilon - \hat{\psi}^T \overline{\omega}_p + \frac{1}{K_M(s)} \left[\hat{\psi}^T \omega_p \right]. \qquad (8.2)$$

$$\omega_p = -\omega, \; \overline{\omega}_p = \frac{1}{K_M(s)} \left[\omega_p \right].$$

Тогда с учетом (8.1) (см. методическое пособие) последнее равенство примет следующий вид:

$$\hat{\varepsilon} = \tilde{\psi}^T \bar{\omega}_p. \quad (8.3)$$

Последнее выражение представляет собой статическую модель ошибки, на базе которой строится алгоритм адаптации

$$\dot{\hat{\psi}} = \gamma \frac{\bar{\omega}_p}{1 + \bar{\omega}_p^T \bar{\omega}_p} \hat{\varepsilon}. \quad (8.4)$$

Порядок выполнения работы

1. На основе фильтров (7.2), (7.3), настраиваемого регулятора (7.8), алгоритма адаптации (8.4), расширенной ошибки (8.2) и данных, представленных в таблице 8.1, построить стабилизирующее адаптивное управление ($g = 0$). Выбрать произвольно ненулевые начальные условия на интеграторах алгоритма адаптации $\hat{\psi}(0)$.

Провести моделирование для трех различных коэффициентов γ. По результатам моделирования построить три графика. На первом графике отобразить выходную переменную y, на втором графике — управляющее воздействие u, на третьем — оценки параметров $\hat{\psi}$.

~~В ходе моделирования обеспечить искусственное ограничение (блок насыщения “Saturation” в пакете MatLab/Simulink) оценки $\hat{b}_m$ с целью предотвращения деления на ноль в выражении (7.8). Значение нижнего порога насыщения величины $\hat{b}_m$ в (7.8) принять равным 0,1.~~

2. На основе эталонной модели (7.5), фильтров (7.2), (7.3), настраиваемого регулятора (7.8), алгоритма адаптации (8.4) и данных, представленных в таблице 8.1, построить следящий адаптивный регулятор.

Провести моделирование для трех различных коэффициентов γ. По результатам моделирования построить три графика моделирования. На первом графике отобразить выходную переменную y и ее желаемое значение y_M, на втором графике — управляющее воздействие u, на третьем — оценки параметров $\hat{\psi}$.