

ки ГТ число ее включений увеличилось в 1,5 раза. Использование автоматической системы переключения передач и блокировки ГТ увеличивает среднюю скорость движения на 14% и уменьшает расход топлива на 15%. Число переключений при этом увеличивается незначительно и составляет в среднем 8,2 на 1 км пути.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

В.Д.Ежов, Д.А.Зорин

Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого (Гомель)

Цифровое управление объектами обладает значительными преимуществами по сравнению с непрерывным. Например, возможно точное и быстрое достижение заданного значения выходной величины с применением аperiodического алгоритма управления. Но для этого необходимо точно знать параметры объекта, которые в реальных условиях подвержены изменениям. Следовательно, необходимо определять параметры объекта в процессе регулирования. Другими словами, применять рекуррентный алгоритм идентификации объекта из теории дискретного управления. В предлагаемой работе показан пример решения такой задачи.

Принят рекуррентный метод наименьших квадратов, суть которого в следующем (для объекта первого порядка):

Уравнение модели объекта

$$y(k) = F^T(k)T \times(k) + e(k),$$

где $F^T(k) = [-y(k-1) \ u(k-1)]$ – вектор измеренных значений выхода $y(k-1)$ и управления $u(k-1)$; $T(k) = [a1(k) \ b1(k)]$ – вектор оценок параметров.

Алгоритм идентификации состоит из следующих шагов:

1. Определяется ошибка уравнения $e(k)$ по новому измерению $y(k)$ и предсказанному значению

$$e(k) = y(k) - F^T(k)T^* \times(k),$$

где $F^T(0) = [0 \ 0]$ – исходное значение.

2. Вычисляются новые оценки параметров

$$T(k) = T(k-1) + G(k) \times e(k),$$

где $G(k-1)$ – вектор коррекции.

3. Формируется новый вектор данных

$$F^T(k+1) = [-y(k) \ u(k)]$$

4. $I = P(k) \times F(k+1)$,

где $P(0) = [a \ 0]$ – исходное значение.
[0 a]

На следующем такте квантования индекс «k» увеличивается на 1 и вся последовательность действий повторяется.

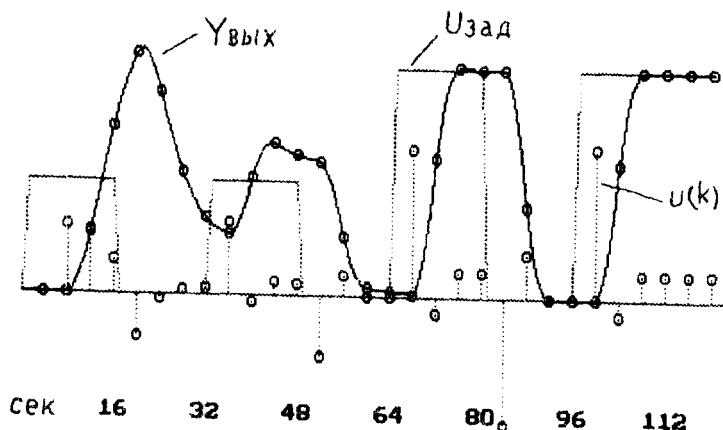


Рис. 1. Пример идентификации объекта

В таблице и на графике (Рис. 1) показан пример идентификации объекта второго порядка с непрерывной передаточной функцией

$$G(s) = \frac{1}{(1 + 10s)(1 + 5s)}$$

и дискретной передаточной функцией

$$G(z) = \frac{b1 \cdot z^{-1} + b2 \cdot z^{-2}}{1 + a1 \cdot z^{-1} + a2 \cdot z^{-2}}$$

при интервале квантования $T_0 = 4c$.

Из примера следует, что к

64 с идентификация практически завершается и далее идет нормальный процесс регулирования с уточнением параметров объекта.

Таблица

t, с	$U_{\text{зад}}$	$Y_{\text{вых}}$	a1	a2	b1	b2
000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.1000	0.1000
16	1.00	1.4926	-0.0101	0.0000	0.1087	0.1934
32	0.00	0.6888	-1.0982	0.2810	0.1076	0.0767
48	1.00	1.2569	-1.1116	0.2934	0.1085	0.0738
64	0.00	0.0554	-1.1158	0.2978	0.1087	0.0732
80	2.00	2.0186	-1.1185	0.2999	0.1087	0.0730
96	0.00	0.0012	-1.1193	0.3009	0.1087	0.0729
112	2.00	2.0013	-1.1195	0.3010	0.1087	0.0729
(точные параметры объекта)			-1.1197	0.3012	0.1087	0.0729

Данный пример реализован на ЭВМ, в которой выходная реакция объекта рассчитывалась по точным параметрам путем решения разностного уравнения, составленного по дискретной передаточной функции объекта. Управляющее воздействие аperiodического регулятора рассчитывалось по идентифицированным параметрам. Таким образом можно было проверить точность идентификации как по качеству регулирования так и по степени приближения определяемых параметров к параметрам объекта.

Эти же алгоритмы применены в реальном масштабе времени для аналоговой электронной модели объекта, связанной с ЭВМ через аналого-цифровые преобразователи. Точность идентификации косвенно определялась по качеству регулирования, которое достаточно быстро приблизилось к качеству, характерному аperiodическим регуляторам.

Данный пример иллюстрирует процесс идентификации «неизвестного» объекта. Такой процесс занимает несколько десятков тактов квантования. В процессе регулирования уже «знакомому» объекту при медленном изменении его параметров процесс идентификации занимает значительно меньшее количество тактов.

Преимущества применения аperiodического регулирования перед дискретным аналогом ПИД-регулирования очевидны. Переходный процесс идентифицированного объекта на графике с 96 с начинается значительным ускоряющим воздействием $u(k)$, которое затем сменяется отрицательным замедляющим воздействием, хотя ошибка регулирования еще положительная. Значения ускоряющего и замедляющего воздействия рассчитываются так, что выходная величина к концу второго такта точно попадает в заданное значение и процесс регулирования заканчивается. Такое регулирование принципиально невозможно при ПИД-регулировании, которое работает от ошибки и не имеет алгоритмов точной подстройки параметров регулятора даже если точно известны параметры объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория автоматического управления / Под ред. А.А.Воронова. - М.: Высшая школа, 1986. - 504 с.
2. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для ВУЗов. / Под ред. Е.Г.Дудникова. - М.: Химия, 1987. - 388с.
3. Острём К., Витгенмарк В. Системы управления с ЭВМ: Пер. с англ. - М.: Мир, 1987. - 480 с., ил.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗРЕДУКТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

В.И.Луковников

Гомельский политехнический институт им. П.О.Сухого (Гомель)

Развитие перспективных электроприводов, приводящих без применения редукторов рабочие органы машин в возвратно-поступательное, возвратно-вращательное, шаговое, колебательное или иное периодическое движение [1], сдерживалось отсутствием математической модели, достаточно точной и удобной для его анализа и синтеза.

Моделирование электрических машин однонаправленного движения имеет большую историю и, благодаря работам Парка Р.Г., Горева А.А., Крона Г., Уайта Д., Вудсона Г., Грузова Л.Н., Казовского Е.Я., Ковача К.П., Раца Н., Трещева И.И., Иванова-Смоленского А.В., Фильца Р.В., Копылова И.Т. и других исследователей [1-4], прошло путь от описания синхронных машин в одних координатных осях с симметричными параметрами по статору и ротору до