

УДК 62-52

Е.Л. Сорокин (6 курс, каф. САУ), А.Н. Юсупов, асп., Н.В. Ростов, к.т.н., доц.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

В настоящее время при проектировании цифровых систем автоматического управления (САУ) повышенное внимание уделяется применению нейросетевых регуляторов. Однако подобные нелинейные регуляторы, в отличие от синтеза традиционных линейных регуляторов, проектируются в основном эвристическими методами.

Нейросетевые регуляторы можно обучать одним из следующих способов:

- 1) по прототипным регуляторам;
- 2) по эталонной модели замкнутой САУ;
- 3) по заданным критериям качества.

В первом случае реализуется идентификационный подход к обучению, основанный на использовании входных/выходных данных для прототипного регулятора, полученных путём предварительного компьютерного моделирования. При этом обучение проводится по разомкнутой схеме без модели объекта управления.

Обучение нейросетевого регулятора по эталонной модели осуществляется в замкнутой САУ, в модели которой может использоваться обычная или нейросетевая модель объекта управления.

Третий способ предполагает применение прямого оптимизационного подхода к обучению нейросетевого регулятора, структура и параметры которого настраиваются в модели замкнутой САУ таким образом, чтобы обеспечивался минимум заданного, например интегрального, критерия качества.

В работе обсуждаются вопросы синтеза нейросетевых регуляторов на основе аппроксимации прототипных линейных цифровых регуляторов с переключаемой структурой. Для решения поставленных задач использовались нелинейные статические нейронные сети прямого распространения (feed-forward), а также нелинейные динамические сети прямого распространения с временными задержками (feed-forward time-delayed). Обучение нейросетевых регуляторов проводилось методом Левенберга-Маквардта по алгоритму обратного распространения ошибки (backpropagation) средствами пакета MATLAB.

В частности, результаты моделирования САУ со статическим электромеханическим объектом управления 3-го порядка показывают, что для цифрового ПИД-регулятора с двумя различными наборами значений параметров, переключаемых в зависимости от модуля величины ошибки контура скорости, синтезированный статический трехходовой нейросетевой регулятор достаточно точно аппроксимирует характеристики прототипного регулятора. Аппроксимация же ПИД-регулятора с переключаемой структурой двухходовой нелинейной динамической нейросетью с временными задержками и внутренней обратной связью имеет большую погрешность по сравнению с предыдущим вариантом. В этом случае переходные процессы в замкнутой САУ с нейросетевым регулятором заметно отличаются от динамики прототипной системы, в основном из-за недостаточно точного воспроизведения астатических свойств (интегральной составляющей) прототипного регулятора.