

УДК-681.51.011

Д.В.Башкин (асп., каф. САУ), Н.В.Ростов, к.т.н., доц.

СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ КООРДИНАТ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

В настоящее время нейросетевые вычислители начинают находить широкое применение в системах автоматического управления [1]. В частности, при проектировании современных систем электропривода большой научный и практический интерес вызывают нейросетевые наблюдатели, предназначенные для выполнения функций виртуальных датчиков регулируемых координат.

Целью работы является структурно-параметрический синтез нейросетевых наблюдателей скорости для систем электропривода постоянного и переменного тока. Подобные задачи синтеза представляют собой задачи нелинейной многомерной динамической аппроксимации, решение которых можно осуществлять на основе компьютерного моделирования с использованием численных методов обучения нейронных сетей, например, средствами пакета MATLAB.

Синтезировались три нейросетевых наблюдателя:

1. Наблюдатель скорости двигателя в электроприводе постоянного тока с жесткой механической передачей.
2. Наблюдатель скорости механизма в электроприводе с двигателем постоянного тока и упругой механической передачей.
3. Наблюдатель скорости асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в электроприводе со скалярным частотным регулированием.

Для обучения наблюдателей в качестве входных/выходных данных использовались результаты моделирования прототипных разомкнутых и замкнутых систем электропривода. При этом в моделях объектов управления учитывались падение напряжения на щетках двигателя, упругая связь в механической передаче, трения на валах двигателя и механизма, а также момент внешней нагрузки. Обучение наблюдателя скорости АД проводилось по данным, полученным с помощью его эквивалентной двухфазной модели в неподвижной системе координат (α, β) .

В результате были обучены три динамические двухслойные нелинейные нейронные сети с входными временными задержками со следующими структурами:

- 1) $\omega_N[n] = F_N(U_a[n], I_a[n], U_a[n-1], I_a[n-1])$ – 4-входовая сеть для наблюдателя скорости двигателя в электроприводе постоянного тока с жесткой механической передачей.
- 2) $\omega_N[n] = F_N(U_a[n], I_a[n], U_a[n-1], I_a[n-1], \omega_1[n], \omega_1[n-1])$ – 6-входовая сеть для наблюдателя скорости механизма в электроприводе с упругой механической передачей.
- 3) $\omega_N[n] = F_N(U_\alpha[n], U_\beta[n], I_\alpha[n], I_\beta[n], U_\alpha[n-1], U_\beta[n-1], I_\alpha[n-1], I_\beta[n-1])$ – 8-входовая сеть для наблюдателя скорости асинхронного двигателя.

В приведенных выше выражениях: U_a, I_a – нормированные выходные сигналы датчиков напряжения и тока якоря; ω_1 – нормированный выходной сигнал датчика скорости двигателя в двухмассовом приводе; $U_\alpha, U_\beta, I_\alpha, I_\beta$ – нормированные двухфазные составляющие выходных сигналов трехфазных датчиков напряжения и тока статора; $\omega_N[n]$ – нормированные выходы нейросетей; n – номер такта вычислений.

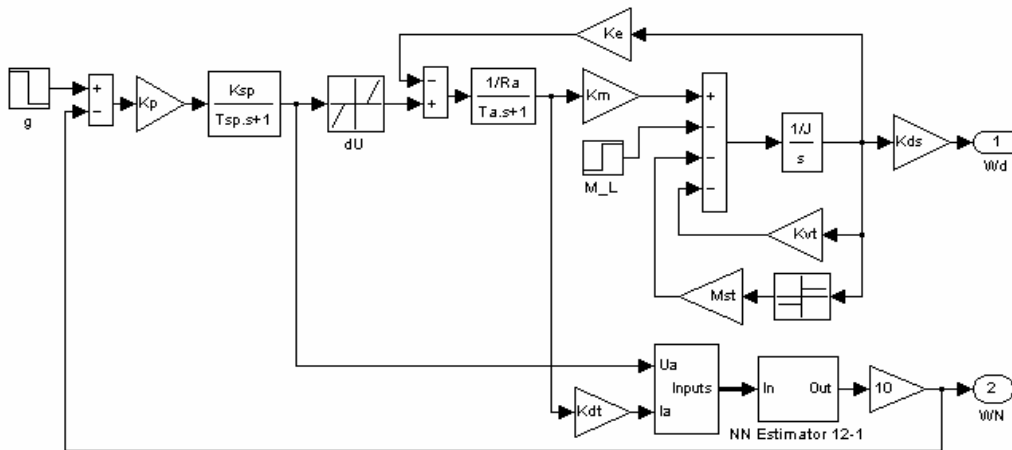


Рис. 1.

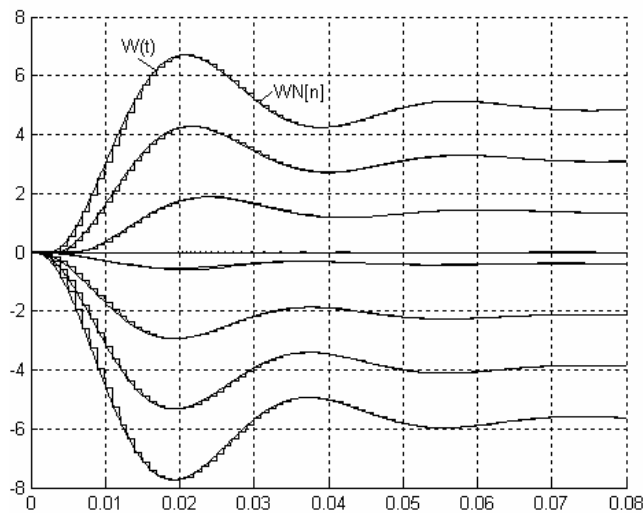


Рис. 2.

Число нейронов в первом (скрытом) слое нейронных сетей принималось соответственно: 12 – для первой, 16 – для второй и 20 – для третьей сети. Период дискретности $T_0 = 0,001$ с.

Моделирование разомкнутых и замкнутых систем электропривода с синтезированными цифровыми нейросетевыми наблюдателями с учетом нелинейностей и квантования по времени показало их работоспособность в достаточно широком диапазоне регулирования скорости. При этом погрешности оценивания скоростей не превышали 1–2 %.

В качестве примера на рис. 1 приведена модель системы регулирования скорости ДПТ с П-регулятором и синтезированным нейросетевым наблюдателем. На рис. 2 изображены кривые наблюдаемой и реальной скоростей двигателя для различных уровней входного воздействия.

Выводы:

1. Наблюдатели координат с однородными нейросетевыми структурами являются альтернативой традиционным наблюдателям, структуры которых зависят от вида соответствующих нелинейных разностных уравнений, моделирующих динамику ОУ САУ.

2. На практике обучение нейросетевых наблюдателей целесообразно проводить не по результатам компьютерного моделирования прототипных систем, а по реальным экспериментальным данным.

3. Техническая реализация нейросетевых наблюдателей представляется оправданной в тех случаях, когда для построения цифровых управляющих устройств САУ используются быстродействующие микроконтроллеры типа DSP.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю., Антонов В.Н. Нейросетевые системы управления. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999.