

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Шелудько Д. И., студент; Коротков А. В., ассистент

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Объектом исследования в данной работе является электропривод (ЭП) постоянного тока по системе тиристорный преобразователь – двигатель (ТПД). Предмет исследования - система управления ЭП на основе нейросетей. Цель исследования - анализ возможности применения нейросетевых методов в системах управления ЭП.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) представляет собой структуру, элементарным функциональным модулем которой есть нейрон [1]. ИНС строится из множества связанных между собой нейронов.

На рисунке 1 показана математическая модель нейрона, где приняты следующие обозначения: x_i – входной сигнал нейрона, w_0 – смещение, w_i – вес i -той связи, f – активационная функция нейрона, z – выходной сигнал нейрона.

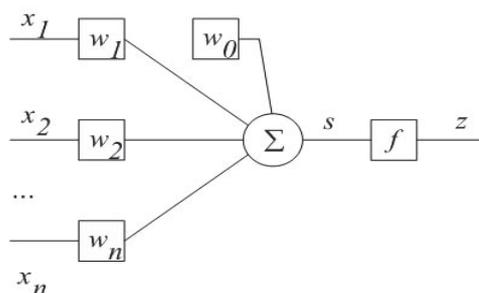


Рисунок 1 – Математическая модель нейрона

Выходной сигнал нейрона определяется следующим выражением:

$$z = f(s) = f\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + w_0\right)$$

Особенностью ИНС является ее способность к обучению (тренировке) – процессу, при котором свободные параметры нейронной сети адаптируются в результате ее непрерывной стимуляции внешним окружением. Обученная ИНС может быть использована при решении различных задач.

Практическое применение ИНС рассмотрим на примере прямой и обратной нейромодели системы ТПД. На рисунке 2 приведена структура ИНС прямой и обратной (инверсной) моделей.

Прямая модель [1, 2] предназначена для воспроизведения выходной координаты объекта управления $U_{вых}(n)$ при подаче произвольного входного сигнала $U_{вх}(n)$.

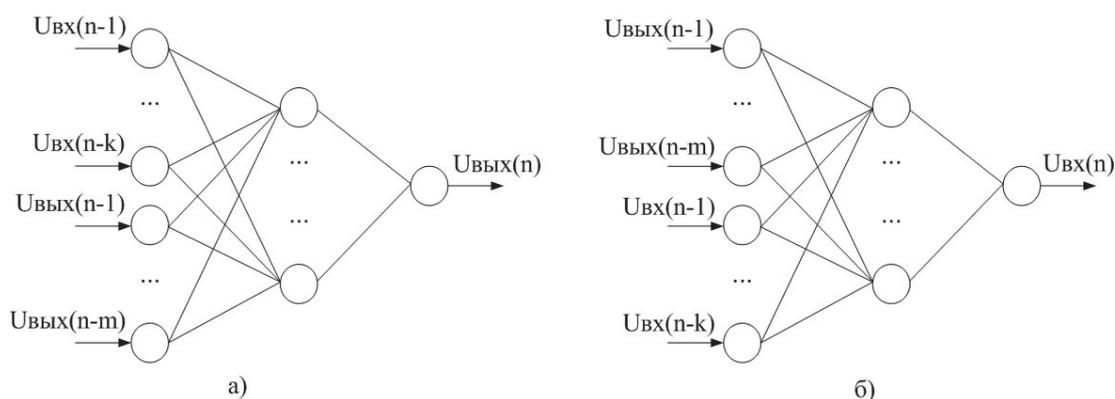


Рисунок 2 – Прямая (а) и обратная (б) модели объекта управления

Инверсная модель [1, 2] выполняет задачу обратную прямой, то есть воспроизводит входной сигнал $U_{вх}(n)$ при имеющемся выходном $U_{вых}(n)$. При этом для лучшего воспроизведения динамических свойств объекта управления необходимо применять k задержек по входу и m задержек по выходу. Инверсная модель может быть поставлена последовательно с объектом управления для улучшения качества переходных процессов последнего при отработке задающего воздействия.

На рисунке 3 а приведены реакции синтезированной прямой нейромодели на скачок задающего воздействия при различном числе задержек сигнала задания и выходного сигнала. Откуда видно, что число задержек входных сигналов существенно не влияет на воспроизведение реакции объекта управления на скачок задания.

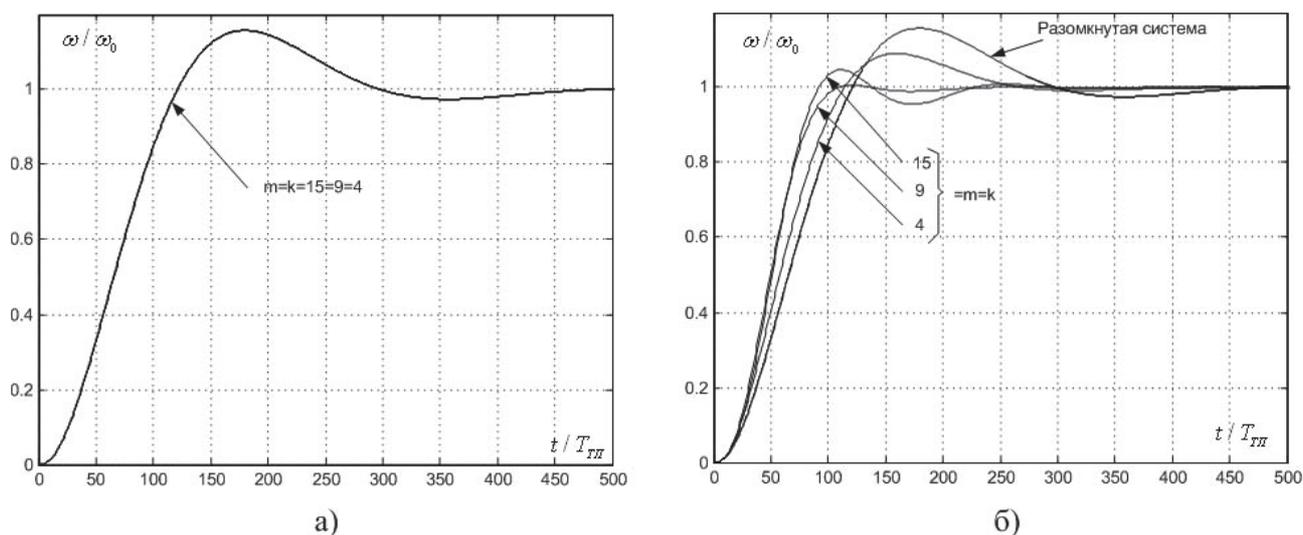


Рисунок 3 – Результат работы нейросети: а) прямая модель объекта управления, б) последовательное соединение инверсной модели и объекта управления

На рисунке 3 б показаны переходные процессы в системе ТПД, а также в системе, в которой последовательно с объектом управления включена инверсная модель для разного числа задержек входных (k) и выходных (m) сигналов

нейросети. С точки зрения теории автоматического управления постановка обратной модели объекта в прямой канал последовательно с ним означает сведение передаточной функции всей системы к единице.

На рисунке 3 применяются следующие условные обозначения:

ω / ω_0 - текущая частота вращения двигателя, в долях частоты вращения холостого хода, t / T_{TP} - время в долях постоянной времени тиристорного преобразователя.

Как видим из рисунка 3 б, постановка инверсной нейромодели в канал управления увеличило быстродействие системы и уменьшило ее колебательность, причем оптимальный переходной процесс был получен для девяти задержек сигнала задания и выходного сигнала объекта управления.

В результате проведенных исследований, можно отметить как достоинства, так и недостатки использования нейросетевого подхода в системах управления электроприводами.

Достоинства:

1. Получение модели объекта управления можно выполнять, не зная его параметров.

2. Возможность воспроизведения выходного сигнала объекта управления при произвольном входном воздействии с использованием прямой нейромодели.

3. Возможность улучшения качества переходных процессов в системе ТПД при включении инверсной нейромодели в прямой канал последовательно с объектом управления.

Недостатки:

1. При использовании нейросетевых методов предъявляются повышенные требования к аппаратной и программной части системы управления.

2. Для систем управления приводом постоянного тока отсутствует возможности ограничения тока якоря при использовании инверсной нейромодели в канале управления.

Перечень ссылок

1. Комашинский В. И., Смирнов Д. А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 94 с.

2. Скляренок Е. Г. Системы регулирования электроприводов роботов с использованием нейромоделей // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Вестник ХГПУ. Специальный выпуск. – Харьков: ХГПУ, 1998 – с. 385 – 387.