

УДК 658.518:677

**РЕАЛИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ
ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ
НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ***А.С. ВАНИН, А.Б. КОЗЛОВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)**

В настоящее время автоматизированные системы управления и системы регулирования реализуются на микропроцессорных программно-технических комплексах. В них, традиционно, большинство регуляторов в своей алгоритмической части используют ПИД-законы регулирования.

Для программирования микропроцессорного промышленного контроллера применяются специализированные технологические языки программирования, относящиеся к стандарту Международной Электротехнической Комиссии IEC 61131. В среды программирования такого типа, как правило, уже включены ПИД-алгоритмы и являются стандартным инструментарием для них. Тем не менее, эти языки программирования являются универсальными и позволяют реализовать системы регулирования на принципиально других алгоритмах и схемах управления.

При решении многих технических и промышленных задач в последнее время все больший интерес вызывает интеллектуальное управление. Такие системы управления обладают способностью к пониманию и обучению в отношении объекта управления, возмущений, внешней среды, условий работы. Примеры факторов, которым могут обучаться такие системы – характеристики объекта (статические и динамические), некоторые характеристики возмущений и внешней среды, методы управления оборудованием [1].

Исследования по экспертным системам, традиционно считавшиеся основным инструментом интеллектуальных систем управления, постепенно сокращаются, а

исследования по искусственным нейронным сетям (ИНС) стабильно нарастают [2]. Благодаря своим способностям к самоорганизации и обучению ИНС сейчас рассматриваются как перспективные средства для интеллектуальных систем управления.

Для лучшего решения задач управления требуется разработка новых схем управления. Кроме того, новые схемы управления должны быть достаточно просты по принципам организации и функционированию, чтобы промышленность восприняла их легко и в широком масштабе. По-видимому, может оказаться сложным процесс разработки схемы управления для крупномасштабных систем, обеспечивающих высокую эффективность и при этом использующих только простые принципы управления.

Однако желательно, чтобы в новых системах управления манипуляция параметрами была сведена к минимуму. В связи с этим важным фактором разработки интеллектуальных систем управления является простой, но эффективный человеко-машинный интерфейс.

В инженерном контексте интеллектуальное управление должно обладать следующими свойствами:

- универсальность;
- способность к обучению и адаптивность;
- живучесть;
- простой алгоритм управления и "дружественный к пользователю" человеко-машинный интерфейс;
- способность к включению новых компонентов, обеспечивающих лучшие

решения в условиях ограничений, накладываемых техническими средствами.

В данной работе сделана попытка реа-

лизации регулятора на основе искусственных нейронных сетей на промышленном языке программирования.

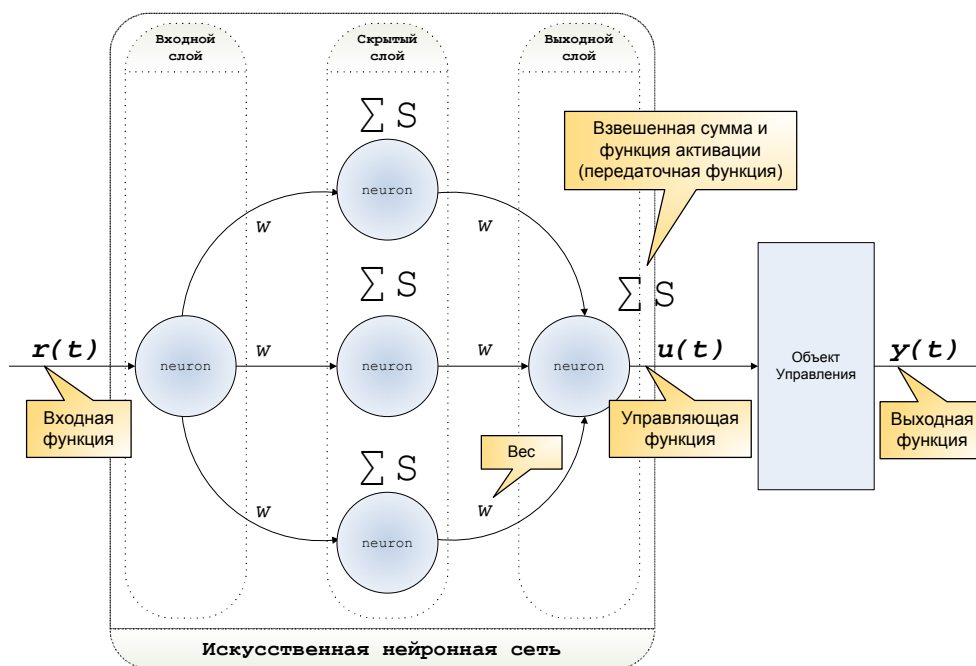
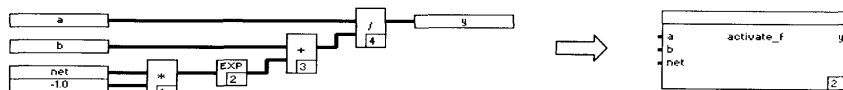


Рис. 1

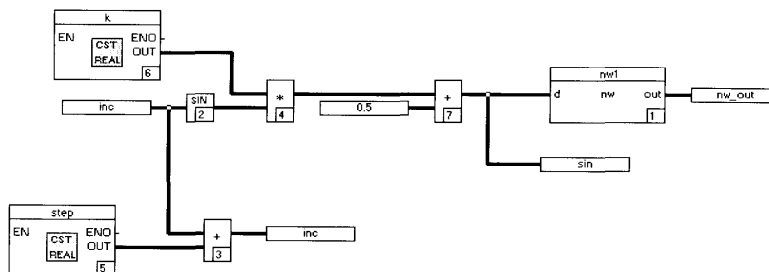
В качестве ИНС был взят трехслойный перцептрон (рис.1 – структура искусственной нейронной сети) с одним нейроном во входном и выходном слоях и с тремя нейронами в скрытом слое. Для обучения ИНС используется динамический алгоритм обратного распространения ошибки, который

может работать в реальном режиме времени.

Алгоритм реализован на промышленном языке программирования FBD - Function Block Diagram (диаграммы функциональных блоков). Основные элементы алгоритма были разделены на функциональные блоки или функции.



а) - функция активации $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-cx}}$ на языке FBD



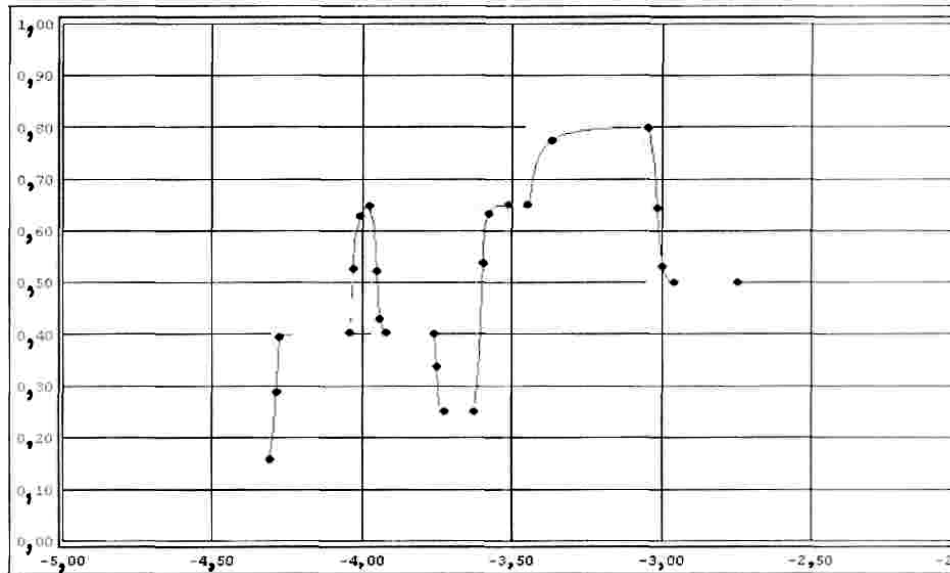
б) - окончательная программа

Рис. 2

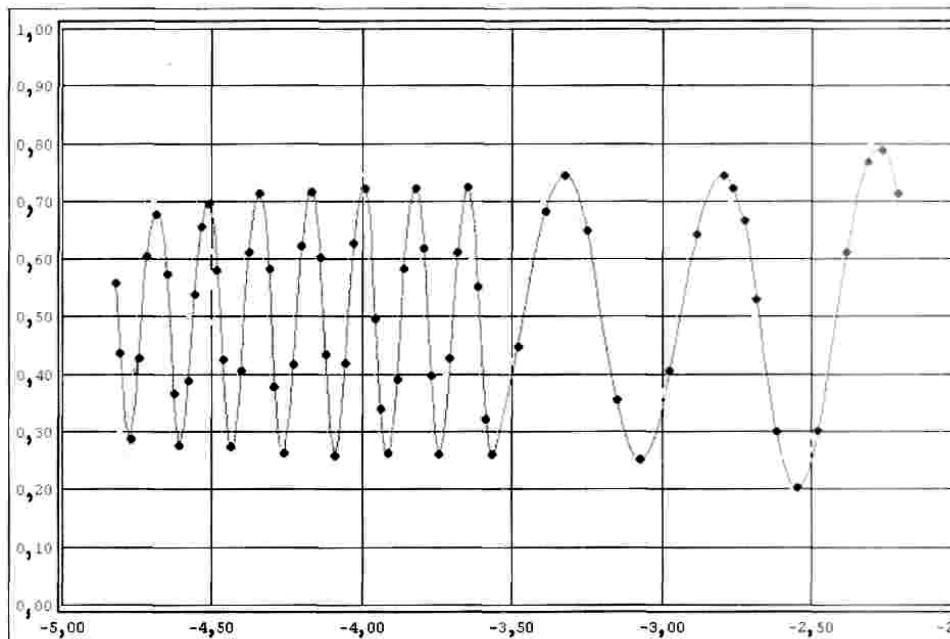
Пример такого функционального блока представлен на рис. 2-а. В этом примере показана реализация сигмоидальной функции активации или передаточной функции, написанной на языке FBD. Подобным образом описываются остальные части алгоритма.

На рис. 2-б представлена окончательная программа. Все необходимые функции для

реализации трехслойного персептрона, а также алгоритма обучения, описаны и содержатся в функциональном блоке NW1. Здесь показано, что на вход нейронной сети NW1 подается функция $\sin(\text{inc}) \cdot k + 0,5$. Эта программа выполняется с заданной периодичностью (0,5 с), в процессе чего происходит приращение inc на величину step .



а)



б)

● - выход нейронной сети
 — - исходная функция

Рис. 3

ВЫВОДЫ

На рис. 3 показано, как обучается и приспособляется нейронная сеть (по оси x – минуты). Здесь рассматриваются два вида входных функций: шаговая – рис. 3-а и синусоидальная – рис. 3-б. Выход нейронной сети приближается к входной функции. При этом в некоторый момент времени изменены коэффициенты входной функции, имитируя тем самым ее непредсказуемость. Нейронная сеть начинает переобучаться и приспособляться к изменившейся функции. Это более наглядно можно увидеть на примере шаговой функции (рис. 3-а).

Данную программу можно использовать, в частности, на ленточной машине в качестве регулятора вытяжки, подключив ее к электроприводу (шаговому двигателю) выпускной пары. Таким образом, на выходе такого регулятора формируются импульсы "больше/меньше", которые подаются на вход электропривода и изменяют скорость вращения выпускной пары.

Искусственные нейронные сети обладают многими достоинствами, однако существуют и недостатки. К ним относятся проблема локальных минимумов, ограничения, связанные с активационной функцией и нормализацией входных данных, а также проблема переобучения и др.

В настоящее время сделаны наработки, которые в той или иной мере решают эти и другие проблемы, но общего и единого алгоритма решения для них пока нет.

1. Разработана программа на технологическом языке программирования для микропроцессорного комплекса, реализующая искусственную нейронную сеть в качестве программного регулятора.

2. Реализация нейросетевого регулятора возможна путем использования существующего математического аппарата и известных технических средств.

3. Предложенный нейросетевой регулятор обладает такими особенностями как: универсальность, способность к обучению и адаптивность, простой алгоритм управления, возможность включения новых компонентов, обеспечивающих лучшие решения в условиях ограничений, накладываемых техническими средствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Омату С., Марзуки Х., Рубия Ю.* Нейроуправление и его приложения. – М.: Радиотехника, 2000.

2. *Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю.* Нейросетевые системы управления. – М.: Высшая школа, 2002.

Рекомендована кафедрой автоматизации и промышленной электроники. Поступила 29.01.07.