УДК 004.386

Н.И.КОТЕЛЕВА, *канд. техн. наук, ассистент, (812)328-82-12.*
Н.В.ВАСИЛЬЕВА, *канд. техн. наук, ассистент, asutp_spmi@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

N.I.KOTELEVA, *PhD in eng. sc., assistant lecturer, (812)328-82-12*
N.V.VASILEVA, *PhD in eng. sc., assistant lecturer, asutp_spmi@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

НЕЙРОСЕТЕВОЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Представлена структурная схема нейросетевого регулятора для управления сложными технологическими процессами. Описан принцип его действия.

Ключевые слова: нейронная сеть, нейросетевой регулятор, способ управления технологическими процессами.

NEURONET CONTROLLER DESIGN FOR COMPLEX TECHNOLOGICAL PROCESSES

The block diagram of the neural network controller design for complex technological processes is described. Shows the principle of its operation.

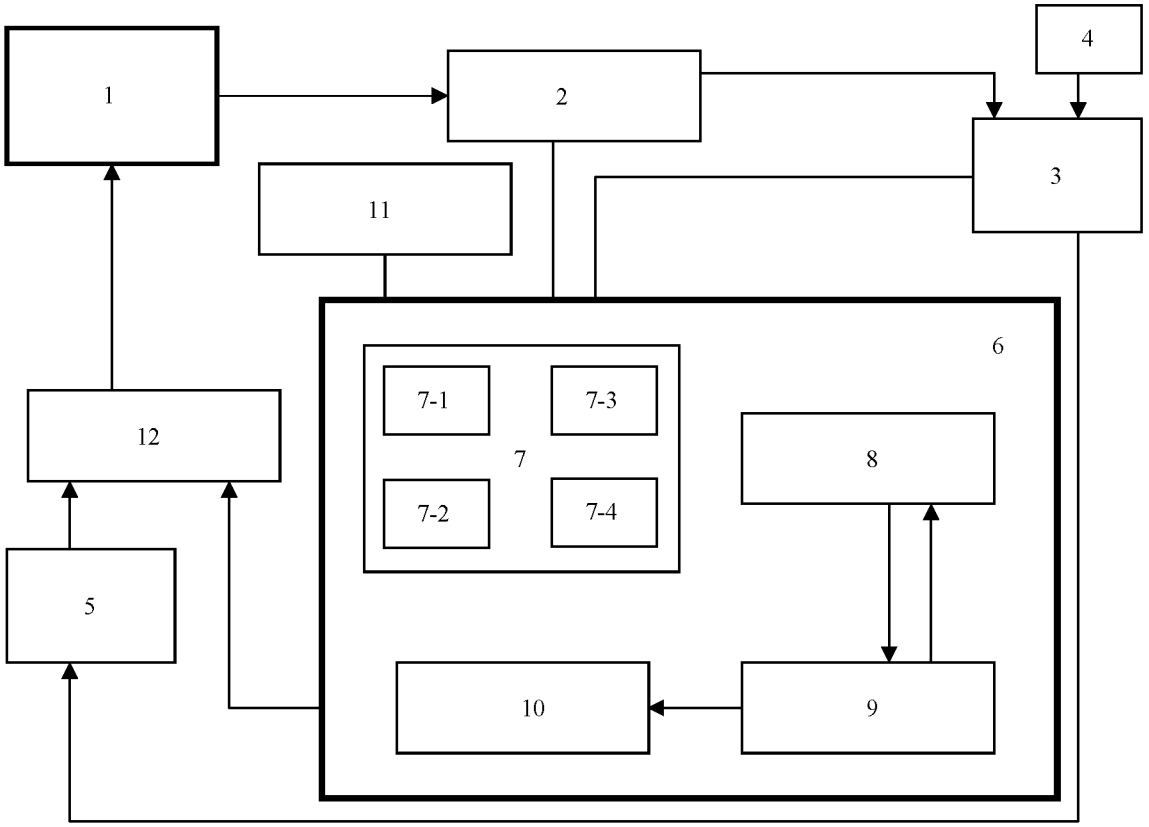
Key words: neural network, neural network controller, method of process control.

В современных условиях при разработке систем управления часто бывает востребовано управление объектом, чья математическая модель очень сложна или же неизвестна. При этом подход к синтезу систем управления классическими методами бывает или крайне трудоемок, или же невозможен. Для решения задач такого рода хорошо зарекомендовали себя подходы адаптивного управления [2, 3].

В настоящее время известны различные способы адаптивного управления с применением нейросетевых алгоритмов [1, 4, 5], находящиеся в стадии промышленного внедрения и опытно-промышленных разработок или чисто теоретических предложений. Все они сочетают в своей структуре как классические (ПИД) алгоритмы регулирования, так и алгоритмы адаптивного (нейросетевого) управления. Но, обладая большими преимуществами, они все же имеют ограниченное пространство оптимизации, что сокращает варианты поиска оптимальных управляющих воздействий. Кроме того, они не способны вести многопараметрическое управление и слабо подвержены адаптации, поскольку настройка каждого ПИД-регулятора производится отдельно друг от друга, т.е. при корректировке управляющих воздействий не учитываются нелинейные взаимосвязи между ними.

Таким образом, весьма важным является повышение адаптационных свойств регуляторов. Для улучшения качества управления сложным технологическим процессом предлагается использовать структуру автоматизированной системы управления на основе нейросетевых алгоритмов (см.рисунок).

Нейросетевой регулятор для управления сложным технологическим процессом выполнен в виде информационно-вычислительного комплекса и состоит из следующих основных блоков: объект управления 1; блок первичной обработки данных 2, осуществляющий преобразование данных, полученных с объекта управления в форму, определенную поль-



Структурная схема нейросетевого регулятора

зователем; блок ввода/вывода данных 3, или графический интерфейс пользователя, осуществляющий взаимодействие пользователя и системы, на который приходит задание 4; блок реализации алгоритмов ПИД-регулирования 5, где на основе показаний единичного датчика формируется единичное управляющее воздействие на исполнительный механизм. Блок многопараметрического управления 6 состоит из четырех основных блоков: блока истории работы системы 7 (составные части: 7-1 – блок сбора параметров работы объекта управления, 7-2 – блок формирования рабочих массивов, 7-3 – блок формулы коэффициента эффективности, 7-4 – блок сбора значений коэффициента эффективности). Блок осуществляет сбор основных параметров системы и формирование различных выборок данных для отдельных блоков, а также проводит расчет формулы коэффициента эффективности работы системы, интеллектуального классификатора 8. Последний формирует и передает массивы данных (для работы блоков моделирования 9 и управления 10), осуществляет мониторинг качества решения, получаемого с помощью нейросетевых алгоритмов и оценивающего целесообразность расширения области допустимых значений для обучения нейронных сетей, блока моделирования 9, выполняющего оценку состояния объекта управления с точки зрения изменения тактики и стратегии поведения и блока управления 10, выдающего управляющие воздействия. Блок выбора способа управления 12 на основании оценки, полученной от блока моделирования 9, выбирает по некоторому критерию способ управления для каждого управляемого параметра системы, т.е. принимает решение о передаче управления либо ПИД-регулятору, либо многопараметрическому регулятору, оптимизируя при этом достижение цели управления.

Система предусматривает последовательную реализацию следующих основных режимов: подготовка данных, обучение и обработка данных. Причем во время нахождения системы в режимах подготовки данных и обучения, блок многопараметрического управления в управлении объектом управления не участвует.

Режим подготовки данных состоит из трех связанных процессов: формирование исходных векторов данных о работе объекта управления, их идентификация и создание рабочих массивов данных объекта управления.

Данные о работе объекта управления собираются с заданным интервалом блоком сбора параметров работы объекта управления 7-1. Далее осуществляется идентификация исходных векторов данных о работе объекта управления, которая заключается в присвоении им идентификационных меток. Идентификационные метки соответствуют уникальным свойствам этих векторов и дают информацию о работе объекта управления. Процесс создания рабочих массивов данных осуществляется блоком формирования рабочих массивов 7-2 и соответствует каждому сформированному в блоке 7-1 исходному вектору данных объекта управления.

Сбор данных блоком сбора параметров работы объекта управления 7-1 происходит непрерывно во всех режимах работы системы.

По окончании режима подготовки данных в зависимости от режима работы системы над ними производят дальнейшие операции (обучение, обработка).

В режиме обучения осуществляют адаптацию параметров всех интеллектуальных блоков системы в соответствии с предъявленными требованиями к выходной информации: блоков управления 10, моделирования 9 и формулы коэффициента эффективности 7-3. Обучение производят на рабочих массивах, сформированных в блоке формирования рабочих массивов 7-2. Полученные в процессе обучения значения коэффициента эффективности записываются в блок сбора значений коэффициента эффективности 7-4 для последующего анализа его значений блоком интеллектуального классификатора 8.

По окончании процедуры обучения посредством блока ввода/вывода данных 3 задают режим процедуры обработки данных (автоматический или ручной).

При реализации процедуры обработки данных в автоматическом режиме система самостоятельно в блоке интеллектуального классификатора по значениям коэффициента эффективности и параметрам качества работы системы определяет оптимальную стратегию управления или производит смену режима.

При реализации процедуры обработки данных в ручном режиме оптимальную стратегию управления или смену режима производит оператор, анализируя самостоятельно коэффициент эффективности, параметры качества работы системы и другие показатели, выводимые системой в блоке ввода/вывода данных 3.

Таким образом, предлагаемый нейросетевой регулятор для управления сложным технологическим процессом позволяет повысить качество управления объектом управления за счет повышения адаптационных способностей системы.

Данный нейросетевой регулятор для управления сложным технологическим процессом защищен авторами патентом на изобретение № 2445668 от 22.12.2009 г. и зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20.03.2012 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Еременко Ю.И.* Автоматизация управления шахтными печами цеха металлизации с использованием динамической экспертной системы // Мехатроника, автоматизация, управление. 2004. № 4.

2. *Круглов В.В.* Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В.В.Круглов, М.И.Дли, Р.Ю.Голунов. М., 2001.

3. Методы робастного, нейронечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д.Егупова. М., 2001.

4. Пат.2266558 РФ. Интеллектуальный контроллер с нейронной сетью и правилами самомодификации / В.И.Ключко, Е.А.Шумнов, В.П.Стасевич. Кл. G06F9/00, G05B13/02. Заяв.31.12.2003. Опубл. 20.12.2005.

5. Пат.2359308 РФ. Нейросетевой регулятор для управления курсом судна / Н.А.Седова, С.В.Глушков. Кл. G05D1/02. Заяв.29.11.2007. Опубл. 27.03.2008.

REFERENCES

1. *Eremenko Ju.I.* Automating the management silo plant furnaces metallization using a dynamic expert system // Mechatronics, Automation, Control. 2004. N 4.

2. *Kruglov VV, Dli MI, Golunov R.Y.* Fuzzy logic and artificial neural networks. Moscow, 2001.

3. Robust methods, neuro-fuzzy and adaptive control: A Textbook / Ed. N.D.Egupova. Moscow, 2001.

4. Pat. 2266558 RF. Intelligent controller with a neural network and the rules of self-modification. Cl. G06F9/00, G05B13/02 / V.I.Cluchko, E.A.Shumkov, V.P.Stalkevich. Stat.31.12.2003. Publ.20.12.2005.

5. Pat.2359308 RF. Neural network controller to control the ship's course. Cl. G05D1/02 / N.A.Sedova, S.V.Clushkova. Stat.29.11.2007. Publ.27.03.2008.