

УДК 658.5

*В.Д. ДМИТРИЕНКО*, д-р техн. наук, проф., НТУ "ХПИ",  
*И.П. ХАВИНА*, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

## **ГИБРИДНАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЗНАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНООБРАБОТКИ**

Разработана архитектура гибридной иерархической нейронной сети (ГИНС), базирующаяся на нейронных сетях (НС) адаптивной резонансной теории АРТ-1 и их модификациях АРТ-1s и АРТ-1h и с использованием НС Хемминга. ГИНС применяется для описания онтологии знаний мультиагентной системы управления машиностроительным предприятием. Ил.: 2. Библиогр.: 10 назв.

**Ключевые слова:** иерархическая гибридная нейронная сеть, адаптивная резонансная теория, онтология знаний, мультиагентная система.

**Постановка проблемы и анализ литературы.** Существующие на сегодняшний момент компьютерные системы поддержки принятия решений осуществляют планирование, контроль производства и управление цепочками поставок, определение критических путей, узких мест и рисков сбоев в режиме реального времени, но не могут осуществлять гибкого адаптивного управления производством в целом. В контексте комплексной автоматизации управления сложного производства и выпуска высокотехнологичной продукции все вышеперечисленные задачи взаимосвязаны с высокой степенью знания о продукте [1, 2].

В настоящее время интерес вызывает новый класс систем управления производством – MES (Manufacturing Execution System) – производственные исполнительные системы) [3 – 5], а современным подходом для реализации такой системы является создание мультиагентной системы (МАС) [6 – 8]. Особенностью МАС является отсутствие системы глобального управления, децентрализация данных, реализация вычислений в асинхронном режиме и др. Архитектура мультиагентной системы включает в себя онтологию знаний о предметной области, логику принятия решений по планированию и модуль планирования, обеспечивающий необходимые вычислительные возможности для работы мультиагентной среды [7 – 9].

Для описания знаний, необходимых агентам, входящим в состав МАС, используется онтологический подход, согласно которому знания

отделены от программного кода системы и должны храниться в онтологии, представляющей собой сеть понятий и отношений предметной области [9].

**Цель статьи** – разработка архитектуры новой гибридной нейронной сети для хранения знаний о технологическом процессе механообработки.

На рис. 1 показаны некоторые объекты и ресурсы, участвующие в процессе изготовления детали.

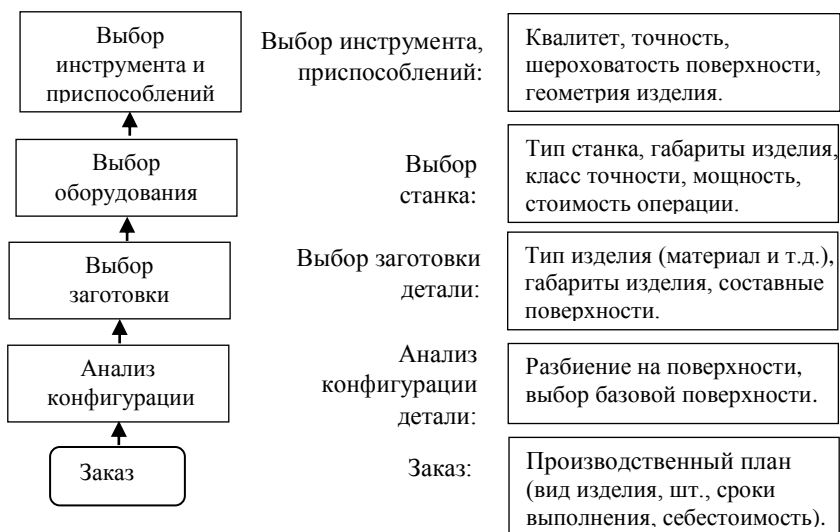


Рис. 1. Понятие и детализация заказа

Модель знаний предметной области (онтология) может быть представлена в виде дерева наследования или в виде семантической сети, вершинами которой являются концепты, а ребрами – отношения между концептами [9]. Подобную иерархию можно реализовать с помощью разработанной гибридной иерархической нейронной сети (ГИНС) на базе модулей, содержащих нейронные сети (НС) адаптивной резонансной теории – ART-1, и разработанных новых модификациях этой сети – сетей ART-1s и ART-1h [10], и НС Хемминга. На рис. 2 показана архитектура ГИНС.

Первые три модуля состоят из сетей ART-1у, которые по значениям ширины, длины и высоты изделия производят анализ размеров и конфигурации будущего изделия, выделяя особые признаки, например,

наличие цилиндрических или призматических поверхностей и другие признаки, влияющие на технологический процесс изготовления изделия. Результаты работы поступают на вход четвертого модуля (НС АРТ-1), где определяется вид заготовки.

Пятый модуль является дискретной нейронной сетью АРТ-1s, которая по типу обрабатываемой поверхности и виду операции определяет типы станков, которые могут выполнить заданную операцию.

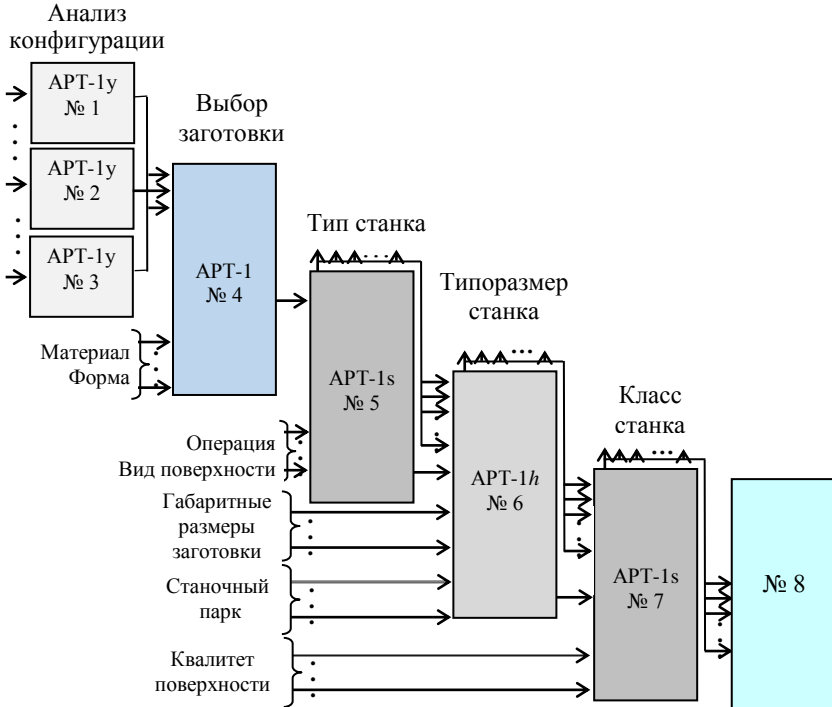


Рис. 2. Гибридная иерархическая нейронная сеть

Шестой модуль является дискретной нейронной сетью АРТ-1h, где по габаритам заготовки и типам станков, полученным на предыдущем шаге, определяется подмножество станков, которые подходят для обработки поверхностей изделия с заданными габаритными размерами. В качестве модуля применяется дискретная нейронная сеть АРТ-1h, которая производит анализ с помощью параметра сходства как на основе единичных, так и на основе нулевых данных и позволяет получать множество решений [10]. Результатом работы шестого модуля будет

множество кодов станков, на которые можно установить заготовку с заданными размерами.

Седьмой модуль – дискретная нейронная сеть АРТ-1s. Она определяет подмножество станков, обеспечивающих заданную точность обработки. Входными данными седьмого модуля являются выходные данные предыдущего модуля и данные о точности обработки поверхности.

Восьмой модуль – нейронная сеть Хемминга, определяет станок, обеспечивающий минимальную стоимость операции.

**Выводы.** Таким образом, с помощью ГИНС осуществляется выбор оборудования с соблюдением всех организационных и технологических ограничений для изготовления изделий методами лезвийной обработки. ГИНС может применяться для описания и хранения знаний МАС управления машиностроительным предприятием.

**Список литературы:** 1. *Грабченко А.І.* Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні / *А.І. Грабченко, М.В. Верезуб, Ю.М. Внуков* та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2003. – 455 с. 2. *Erdélyi F.* Advanced simulation of NC turning operations / *F. Erdélyi, O. Hornyák.* – Production Systems and Information Engineering, Miskolc. – 2003. – V. 1. – P. 41-53. 3. *Бесекерский В.А.* Теория систем автоматического управления / *В.А. Бесекерский, Е.П. Попов.* – СПб.: «Профессия», – 2003. – 752 с. 4. *Трубицын А.* На стыке экономики и технологии / *А. Трубицын.* – PC WEEK/RE. – 2005. – № 4. – С. 25-27. 5. *Bartholomew D.* MES provides vital link / *D. Bartholomew* // Industry Week. – 2001. – № 5. – P. 55. 6. *Denkena B.* Intelligent software agents as a basis for collaborative manufacturing systems / *B. Denkena, A. Battino, P.O. Woelk.* – Intelligent Production Machines and Systems, First I\*PROMS Virtual Conference 4-15 July 2005. Amsterdam, Elsevier, 2005. – P. 17-22. 7. *Vokřínek J.* Simulation of manufacturing processes using multi-agent technology / *J. Vokřínek, D. Pavlíček, R. Šmerák.* – Intelligent Production Machines and Systems, First I\*PROMS Virtual Conference 4-15 July 2005. Amsterdam, Elsevier, 2005. – P. 461-466. 8. *Fox M.S.* Agent-Oriented Supply-Chain Management / *M.S. Fox, M. Barbuceanu, R. Teigen* // Flexible Manufacturing Systems. – 2000. – V. 12. – P. 165-188. 9. *Иващенко А.В.* Мультиагентная технология управления мобильными ресурсами в режиме реального времени / *А.В. Иващенко, А.Н. Лада, Е.В. Симонова, П.О. Скобелев.* – Самара: ПГУТИ, – 2011. – 177 с. 10. *Дмитриенко В.Д.* Моделирование технологических процессов механообработки методами искусственного интеллекта: монография / *В.Д. Дмитриенко, И.П. Хавина, В.Л. Хавин, Н.В. Верезуб.* – Х.: НТУ "ХПИ", – 2009. – 260 с.

Поступила в редакцию 20.04.2013

После доработки 03.06.2013

УДК 658.5

**Гібридна ієрархічна нейронна мережа для зберігання знань технологічного процесу механообробки / Дмитрієнко В.Д., Хавіна І.П.** // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2013. – № 39 (1012). – С. 68 – 72.

Розроблена архітектура гібридної ієрархічної нейронної мережі (ГІНМ), що базується на нейронних мережах (НМ) адаптивної резонансної теорії АРТ-1 та їх модифікацій АРТ-1s і АРТ-1h, та НМ Хеммінга. ГІНМ застосовується для опису онтології знань мультиагентної системи управління машинобудівним підприємством. Лл.: 2. Бібліогр.:

10 назв.

**Ключові слова:** гібридна ієрархічна нейронна мережа, адаптивна резонансна теорія, онтологія знань, мультиагентна система.

UDC 658.5

**Hybrid hierarchical neural network for storing knowledge of the process cutting** / **Dmitrienko V.D., Havina I.P.** // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2013. – №. 39 (1012). – P. 68 – 72.

The architecture of the hybrid hierarchical neural network (HHNN) based on neural networks (NN) adaptive resonance theory ART-1, and their versions of ART-1h and ART-1s with NN Hemming. HHNN is used to describe the ontology knowledge multi-agent system control machinery manufacturer. Figs.: 2. Refs.: 10 titles.

**Keywords:** hybrid hierarchical neural network, adaptive resonance theory, the ontology of knowledge, multi-agent system.