

УДК 590.1

С. А. Зори, О. А. Криводубский

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
83001, г. Донецк, ул. Артёма, 58

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ В ВИДЕ АКТИВНОЙ НЕЙРОСЕТИ

S. A. Zori, O. A. Krivodubsky

State Educational Institution of Higher Education "Donetsk national technical University", Donetsk city
83001, Donetsk, Artema str., 58

REPRESENTATION OF A MULTI-LEVEL ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM AS AN ACTIVE NEURAL NETWORK

С. А. Зорі, О. А. Криводубський

Державна освітня установа вищої професійної освіти
«Донецький національний технічний університет», м. Донецьк
83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58

ПРЕДСТАВЛЕННЯ БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ У ВИГЛЯДІ АКТИВНОЇ НЕЙРОМЕРЕЖІ

В работе рассматривается методика, сочетающая в себе элементы классического представления систем управления и компоненты интеллектуальных методик в виде активной нейросети и распознавания образов. При этом для каждого уровня управления производственными подразделениями рассматриваются активные центры нейросети, обладающие присущими им математическими особенностями, на основе которых формируются алгоритмы подсистем управления и осуществляется параметрическая идентификация моделей, как составная часть обучения этого активного участка нейросети.

Ключевые слова: математические модели, образы, отображение, эквивалентность, параметрическая идентификация.

The paper considers a technique that combines elements of the classical representation of control systems and components of intelligent techniques in the form of an active neural network and image recognition. Thus, for each level of management of production units are considered active centers of the neural network, with the inherent mathematical characteristics, upon which to build algorithms, subsystems and control, parametric identification of models, as an integral part of this active learning phase of the neural network.

Key words: mathematical models, images, mapping, equivalence, parametric identification.

У роботі розглядається методика, що поєднує в собі елементи класичного представлення систем управління і компоненти інтелектуальних методик у вигляді активної нейромережі і розпізнавання образів. При цьому для кожного рівня управління виробничими підрозділами розглядаються активні центри нейромережі, що володіють властивими їм математичними особливостями, на основі яких формуються алгоритми підсистем управління і здійснюється параметрична ідентифікація моделей, як складова частина навчання цієї активної ділянки нейромережі.

Ключові слова: математичні моделі, образи, відображення, еквівалентність, параметрична ідентифікація.

Введение

Технические производства, поставляемые в СНГ из-за рубежа, обслуживаются многоуровневыми системами управления. При этом, в зависимости от сложности решаемых задач, комплектация вычислительных устройств в вычислительной сети, реализующей управление, варьируется в широких пределах.

Следует отметить, что поставляемые программные комплексы оказываются недееспособными в организационно-технологических условиях предприятий СНГ. Это связано с тем, что наши предприятия не имеют фиксированных позиций портфеля заказов. Кроме того, предприятия стран СНГ осуществляют авансирование налоговых выплат по итогам предыдущего месяца, что приводит к дефициту оборотных средств во второй половине планового периода – месяца. Такое положение дел приводит к задержкам в закупке сырьевых материалов, определённых для выпуска продукции во второй половине планового периода. С технологической точки зрения, поставляемое с технологическим оборудованием программное обеспечение систем управления основано на предпосылке, что сырьевые материалы нормализованы по своим физическим характеристикам, чего нет на предприятиях СНГ. Это позволяет характеризовать поставляемое обеспечение как системы управления с неполной информацией о технологических особенностях сырья. В связи с этим целесообразно рассматривать альтернативную методологию адаптации вычислительных и программных комплексов к условиям деятельности предприятий СНГ. Декомпозиция систем управления на пять уровней [] позволила сформулировать физическую и формальную постановку задач управления в многоуровневой системе управления, реализуемой на гибкой нейросети, в которой активные центры решают задачи своего уровня и, соответственно, их обучение связано с поставленными на этом уровне задачами.

Представление многоуровневой системы управления производственным предприятием в виде активной нейросети с базовым представлением информации и алгоритмов в виде образов, и их распознавания

На первом уровне управления производственным предприятием решается задача составляющих производственной программы на текущий месяц, контроль за ее наполнением и принятие решений о необходимости её корректировки при возникающих отклонениях. Составление производственной программы осуществляется тремя основными службами заводоуправления: производственной, плановой и финансовой. Участок активной нейросети, охватывающий эти службы, может иметь различную конфигурацию в зависимости от количества основных производственных цехов предприятия. В производственном отделе это может быть локальная кольцевая вычислительная сеть, содержащая сервер и несколько рабочих станций, количество которых зависит от количества основных производственных цехов. Физическая постановка задачи принятия оптимальных решений может быть сформулирована следующим образом: разработать специальное математическое и программное обеспечение системы принятия решений, которое позволит обеспечить максимальный выпуск продукции. Формальная постановка может быть представлена в виде (1):

$$J_1^1 \rightarrow F(Z_i) \rightarrow \frac{\max}{Z}, \quad (1)$$

где Z_i – объём выпускаемой продукции за месяц.

Решение этой задачи поступает в плановый отдел, где физическая постановка задачи может быть представлена следующим образом: разработать специальное математическое и программное обеспечение системы принятия оптимальных решений, которая позволит получить производственную программу, в которой себестоимость выпускаемой продукции будет минимальной.

Тогда формальная постановка этой задачи имеет вид (2):

$$J_1^2 \rightarrow F(Z_1^2) \text{ SS}(Z_1^2) \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$Z_1 \text{ SS}$$

где $\text{SS}(Z)$ – себестоимость выпускаемой продукции.

При этом должно соблюдаться условие:

$$Z^{2*} \rightarrow Z^{1*}, \quad (3)$$

где Z^{1*} – оптимальное решение задачи (1);

Z^{2*} – оптимальное решение задачи (2).

После согласования производственной программы, удовлетворяющей условию (3), осуществляется расчет финансового обеспечения этой программы. Это производится в финансовом отделе предприятия. Физическая постановка задачи принятия решений в этом отделе может быть сформулирована следующим образом: разработать специальное математическое программное обеспечение систем принятия оптимальных решений, которое позволит получить максимальную финансовую поддержку производственной программы. Формально эта задача имеет вид (4):

$$J_1^3 \rightarrow F(Z^3, D, K) \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$Z^3, D, K$$

где D – собственные оборотные средства предприятия;

K – кредитные (заёмные) средства.

При этом $Z^3 = Z^2$. (5)

Исходными данными для реализации задачи (1) являются объемы, виды и стоимость заказов на производственную продукцию. Эти характеристики можно представить в виде множеств (6):

$$Z^1 = \{BZ, OZ, CZ\}, \quad (6)$$

где BZ – вид заказа, $BZ = \bigcup_i BZ_i$,

OZ – объём заказа, $OZ = \bigcup_i OZ_i$,

CZ – стоимость заказа, $CZ = \bigcup_i CZ_i$.

Множества BZ, OZ, CZ могут быть представлены в виде образов, в которых эти показатели отражены в виде векторов, имеющих определенную длину. При различии численных значений векторов OZ и CZ , они могут быть представлены несколькими образами.

Тогда портфель заказов (6) и его компоненты представлены образами:

$$FZ^1 = \{FBZ, FOZ, FCZ\}. \quad (7)$$

При формировании раздела базы данных системы принятия решений целесообразно реализовать отображения множеств (6) друг на друга в семантическом (по названию), нумерологическом (по номерам заказов), количественном и логическом смысле. При отображении выделяются эквивалентные подмножества, что позволяет избежать неточностей в расчетах, которые и служат основой формирования образов.

Производственный отдел, на основании технологических и нормативных показателей работы оборудования основных цехов производства формирует образы, содержащие эти показатели (8).

$$FTN = \{FTN_2\}, \quad FTN_2 = \bigcup_j FTN_{2j}, \quad (8)$$

где FTN – образ, определяющий технологические возможности оборудования цехов (второй уровень). Исходя из вышеприведенной классификации показателей и их представления в виде образов, в математическом обеспечении системы принимаем решение по критерию (1). Целесообразно разработать математическую модель планирования производственной программой предприятия с декомпозицией на суточное производство продукции (9):

$$MM = \{MM_2\}, \quad MM_2 = \bigcup_j MM_{2j}, \quad (9)$$

где MM – математическая модель, позволяющая учитывать нормативные и технологические показатели оборудования основных цехов. Тогда в алгоритме системы принятия решений для расчета производственной программы осуществляется распознавание образов (7), (8), (9) и отображение этих образов друг на друга, в результате чего формируется образ (10):

$$R(Z_1) = R(FZ^1, FTN^1, MM^1). \quad (10)$$

Полученное решение служит основанием для определения оптимальной производственной программы Z^{1*} как решения задачи (1).

По результатам рассчитанной производственной программы формируется образ (11), характеризующий сырьевые продукты, предназначенные для производства продукции:

$$IS^1 = \bigcup_j IS^1_j. \quad (11)$$

Этот образ содержит наименования, количество и стоимость сырьевых продуктов.

Производственная программа, соответствующая решению задачи (1), поступает в финансовую службу, где формируется образ, характеризующий объёмы и последовательность оплат, сопровождающих выполнение производственной программы, подчинённой решению задачи (4).

$$\Phi\Pi^1 = \bigcup_j \Phi\Pi_j, \quad (12)$$

где $\Phi\Pi_j$ – позиция финансирования случайной программы производства.

Производственная программа, определяющая «что, где, когда и какой ценой», будет произведена в течение планового периода (месяца) с периодом квантования сутки, поступает на второй уровень – производственные цеха. При этом показатели формируют образ задания на производство. Каждые сутки производственные цеха

передают на первый уровень данные о количестве произведенной продукции. Если эти показатели соответствуют данным образа, содержащего производственную программу, формируется образ, содержащий детализированные показатели текущего планового периода. В случае нарушений позиций производственной программы, на первом уровне формирует образ, содержащий показатели «невязки» план-факт. Для отработки этой невязки по механизму распознавания образов осуществляется перепланирование программы последующих суток планового периода подчиненным критериям (1), (2), (4). Методология предусматривает реализацию гибкой нейросети с применением алгоритмов распознавания образов при решении производственных задач на остальных (со 2-го по 5) уровнях управления предприятием. При этом возможно в период обучения локальных участков гибкой нейросети устанавливать ассоциативные связи образов и их показателей при выполнении соответствующих позиций портфеля заказов.

Выводы

Предложена методология синтеза алгоритмов многоуровневой активной нейросети планирования и управления производственной программой предприятия, которая базируется на распознавании образов, характеризующих сырье, оборудование, стоимость, готовую продукцию, оборотные средства, себестоимость продукции.

Список литературы

1. Криводубский, О. А. Методология, определяющая правила разработки моделей и алгоритмов систем управления в условиях информационной и технологической трансформации [Текст] / О. А. Криводубский // Проблемы искусственного интеллекта International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence» ISSN 2413-7383. – 2020. – № 1 (16). – С. 47–50.
2. Зори, С. А. Представление и отображение многоуровневых систем уравнения как образов [Текст] / С. А. Зори, О. А. Криводубский // Проблемы искусственного интеллекта International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence» ISSN 2413-7383. – 2020. – № 2 (17). – С. 20–28.
3. Криводубский, О. А. Метод эквивалентных отображений в алгоритмах систем управления [Текст] / О. А. Криводубский // Информатика и кибернетика. – 2018. – № 2 (20). – С. 48–53.
4. Криводубский, О. А. Представление систем управления в функциональных пространствах [Текст] / О. А. Криводубский // Научные работы Донецкого национального технического университета. Серия : Расчетная техника и автоматизация. – 2003. – Вып. 64. – С. 205–211.
5. Криводубский, О. А. Обобщенное представление систем управления [Текст] / О. А. Криводубский // Искусственный интеллект. – 2003. – № 1 – С. 62–66.
6. Криводубский, О. А. Задачи планирования и управления в многоуровневых системах [Текст] / О. А. Криводубский // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2004. – № 125. – С. 98–106.
7. Криводубский, О. А. Задачи и функционалы управления предприятием [Текст] / О. А. Криводубский // Научные работы Донецкого национального технического университета. Серия: Вычислительная техника и автоматизация. – 2004. – Вып. 74. – С. 233–240.
8. Криводубский, О. А. Обобщенное представление задач управления производством [Текст] / О. А. Криводубский // Искусственный интеллект. – 2005. – №4. – С. 489–497

References

1. Krivodubsky O. A. Metodologiya, opredelyayushchaya pravila razrabotki modeley i algoritmov sistem upravleniya v usloviyakh informatsionnoy i tekhnologicheskoy transformatsi [Methodology that defines the rules for developing models and algorithms of control systems in the conditions of information and technological transformation]. *Mezhdunarodnyy retsenziruyemyy nauchno-teoreticheskiy zhurnal «Problemy iskusstvennogo intellekta» [Problems of Artificial Intelligence]*, No. 1 (16), pp. 18-27

2. Krivodubsky O. A. Predstavlenije i otobrazenije mnogourovnevuh system uravnenija kak obrazov [The presentation and display of multi-tiered systems of equations as images]. *Mezhdunarodnyy retsenziruyemyy nauchno-teoreticheskiy zhurnal «Problemy iskusstvennogo intellekta» [Problems of Artificial Intelligence]*, No. 2 (17), pp. 20-28/
3. Krivodubsky O. A. Metod ekvivalentnykh otobrazheniy v algoritmakh sistem upravleniya [Method of equivalent mappings in algorithms of control systems]. *Informatika i kibernetika [Informatics and Cybernetics]*, 2018, No. 2(20), pp. 48-53.
4. Kryvodubsky O. A. Predstavleniye sistem upravleniya v funktsional'nykh prostranstvakh [Representation of control systems in functional spaces]. *Naukovi pratsi Donetskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Seriya Obchyslyvalnaya tekhnika ta avtomatyzatsiya [Scientific works of Donetsk National Technical University. Series Computer technology and automation]* 2003, Vip. 64. pp. 205-211.
5. Krivodubsky O. A. Obobshchennoye predstavleniye sistem upravleniya [Generalized representation of control systems]. *Iskusstvennyy intellekt [Artificial intelligence]*, 2003, No. 1, pp. 62-66.
6. Krivodubsky O. A. Zadachi planirovaniya i upravleniya v mnogourovnevnykh sistemakh [Problems of planning and management in multilevel systems] *Avtomatizirovannyye sistemy upravleniya i pribory avtomatiki [Automated control systems and automation devices]*, 2004, No. 125, pp. 98-106.
7. Krivodubsky O. A. Zadachi i funktsionaly upravleniya predpriyatiyem [Tasks and functions of enterprise management] *Nauchnyye raboty Donetskogo natsionalnogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Vychislitel'naya tekhnika i avtomatizatsiya [Scientific works of Donetsk national technical University. Series: Computer engineering and automation]*, 2004, Vip. 74, pp. 233-240.
8. Krivodubsky O. A. Obobshchennoye predstavleniye zadach upravleniya proizvodstvom [Generalized representation of production management tasks]. *Iskusstvennyy intellekt [Artificial intelligence]*, 2005, No. 4, pp. 489-497.

RESUME

S. A. Zori, O. A. Krivodubsky

Representation of a Multi-Level Enterprise Management System as an Active Neural Network

The work is devoted to the methodological rules for developing the structure of a multilevel control system based on an active neural network, the nodes of which reflect the specifics of the activities of production units of a modern enterprise.

The article is based on the presentation of the structure of the top-level management system, in which the production program of the enterprise is formed. At the same time, images are formed that contain vectors of signs: raw materials, technological and standard indicators, orders for products and production tasks for the release of these products. In addition, images are formed containing the rules for calculating the production program. Displaying and recognizing this set of images makes it possible to train this active section of the neural network with the subsequent calculation of indicators of the production program of enterprises.

The subject methodology allows you to create a network algorithm, which makes it possible to replenish the amount of information about the object and obtain optimal solutions for enterprise management.

РЕЗЮМЕ

С. А. Зори, О. А. Криводубский

Представление многоуровневой системы управления предприятием в виде активной нейросети

Работа посвящена методологическим правилам разработки структуры многоуровневой системы управления, базирующейся на активной нейросети, узлы которой отражают специфику деятельности производственных подразделений современного предприятия.

Статья основана на представлении структуры системы управления верхнего уровня, в которой формируется производственная программа предприятия. При этом формируются образы, которые содержат вектора признаков: сырья, технологических и нормативных показателей, заказы на продукцию и производственные задания на выпуск этой продукции. Кроме этого формируются образы, содержащие правила расчета производственной программы. Отображение и распознавание этой совокупности образов позволяет обучить этот активный участок нейросети с последующим расчетом показателей производственной программы предприятий.

Предметная методика позволяет создать алгоритм сети, что дает возможность пополнять объем информации об объекте и получать оптимальные решения по управлению предприятием.

Статья поступила в редакцию 11.06.2020.