

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНСТИТУТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
WARSAW UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES
POLITECHNIKA WARSZAWSKA**

Факультет автоматизації і комп'ютерних систем

III Міжнародна науково-технічна
Internet-конференція

**«Сучасні методи, інформаційне,
програмне та технічне забезпечення
систем управління організаційно-
технічними та технологічними
комплексами»**

23 листопада 2016 рік

КИЇВ НУХТ 2016

Матеріали III Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 23 листопада 2016 р. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2016 р. – 286 с. — Режим доступу: <http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>

Видання містить програму і матеріали III Міжнародної науково-технічної Internet-конференції.

У матеріалах конференції наведено доповіді за напрямками: автоматизація процесів управління технологічними процесами та комплексами, ієрархічні системи управління та інформаційні системи управління у виробництві та освіті. Матеріали конференції будуть корисні науковим та інженерно-технічним працівникам, виробничникам, потенційним інвесторам, студентам ВНЗ та всім хто пов'язаний з харчовою промисловістю та автоматизацією.

Праці подано в авторській редакції.

Редакційна колегія:

Голова оргкомітету:

А.І. Українець, д.т.н., проф., ректор Національного університету харчових технологій

Заступники голови оргкомітету:

О.Ю. Шевченко, д.т.н., проф., проректор з наукової роботи НУХТ

А.П. Ладанюк, д.т.н., проф., завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем керування НУХТ

І.В. Ельперін, к.т.н., проф., проф., завідувач кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління НУХТ

В.В. Самсонов, д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційних систем НУХТ

Секретаріат оргкомітету:

Л.О. Власенко, к.т.н., доц. кафедри автоматизації процесів управління НУХТ

О.М. Пупена, к.т.н., доц. кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління НУХТ

С.В. Грибков, к.т.н., доц. кафедри інформаційних систем НУХТ

О.В. Школьна, асистент кафедри автоматизації та інтелектуальних систем керування НУХТ

**Использование муравьиного алгоритма для оптимизации
функционирования нейросетевых решений
(на примере интенсификации процессов водоочистки)**

А.А. Кузнецов

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

В.Н. Штепа, Р.Е. Кот, А.В. Морголь

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

Общий алгоритм синтеза нейросетевых систем управления (НСУ) включает ряд традиционных этапов [1]. При этом для корректировки (оптимизации) весовых коэффициентов применяется значительное количество апробированных способов, каждый из которых имеет свои положительные и отрицательные стороны. Одним из перспективных направлений решения практически ориентированных задач является использование полиномиальных подходов, например, таких как муравьиный алгоритм (МА).

Концепция применения МА в контексте оптимизации работы НСУ:

1. Каждый муравей обладает собственной «памятью», где будет храниться список активационных функций НСУ $J_{i,k}$, которые необходимо посетить муравью k , что находится в городе i .

2. Муравьи обладают «зрением»:

$$\eta_{ij} = 1/D_{ij}. \quad (1)$$

3. Каждый муравей способен улавливать след феромона, который будет определять желание муравья пройти по данному ребру. Уровень феромона в момент времени t на ребре D_{ij} соответствует $\tau_{ij}(t)$.

4. Вероятность перехода муравья из вершины i в вершину j :

$$\begin{cases} P_{ij,k}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{l \in J_{i,k}} [\tau_{il}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{il}(t)]^\beta}, j \in J_{i,k}, \\ P_{ij,k}(t) = 0, j \notin J_{i,k} \end{cases} \quad (2)$$

где α, β – эмпирические коэффициенты.

Количество откладываемого феромона:

$$\Delta\tau_{ij,k}(t) = \begin{cases} \frac{Q}{L_k(t)}, (i, j) \in T_k(t) \\ 0, (i, j) \notin T_k(t) \end{cases}, \quad (3)$$

где Q – параметр, имеющий значение порядка длины оптимального пути, $L_k(t)$ – длина маршрута $T_k(t)$.

Испарение феромона определяется следующим выражением:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-p) \cdot \tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij,k}(t), \quad (4)$$

где m – количество муравьев, p – коэффициент испарения ($0 \leq p \leq 1$).

Исследования использования МА проводились касательно комбинированных систем очистки производственных сточных вод [1]. Информация для синтеза НСУ поступала от информационно-измерительного комплекса (ИИК): 14 показателей характеристик протекания технологических процессов и качества сточной воды. Задача НСУ: регулирование значения силы тока в электролизном аппарате с целью оптимизации протекания окислительно-восстановительных реакций (интенсификация удаления загрязнителей).

С применением градиентного метода оптимизации работы НСУ были получены следующие показатели относительного среднеквадратического отклонения для разных выборок (по 500 наборов данных каждая из них): учебная выборка – 2,4%, контрольная выборка – 2,61%, тестовая выборка – 2,72% (реализовано в CASE-средстве Statistica).

Программная реализация МА, синтезированная в “Visual C++”, позволяет формировать базу данных тренировочного процесса с её визуализацией (рис.1).

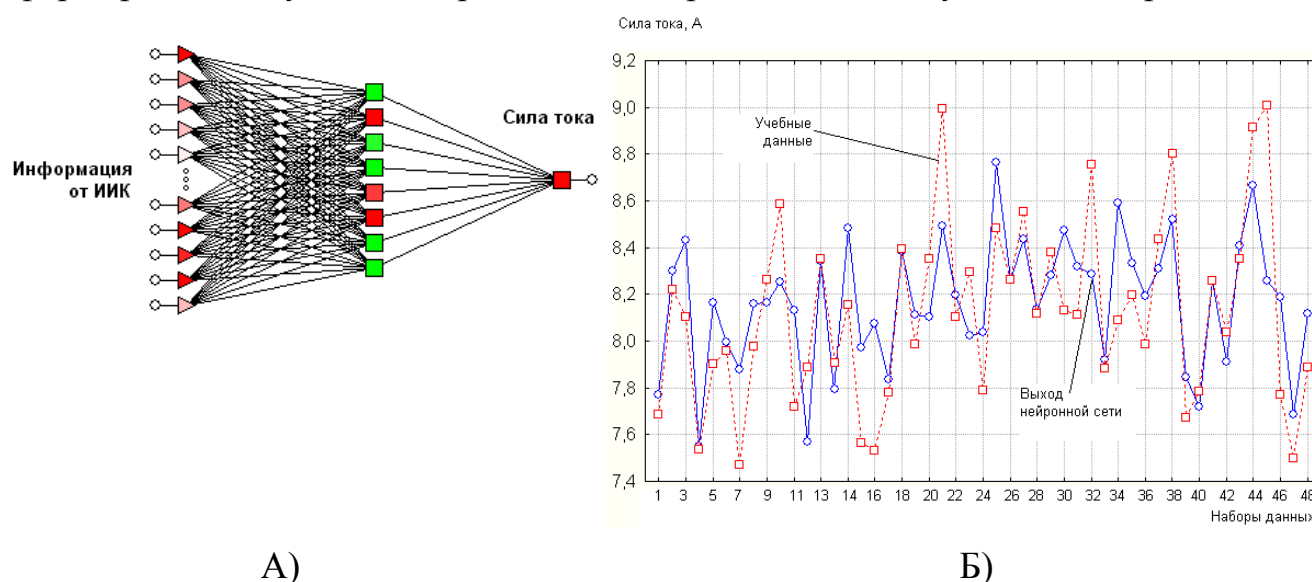


Рис. 1. Оптимальная НСУ управления водоочисткой: А – архитектура НСУ, Б – качество обучения НСУ с применением МА (относительное среднеквадратическое отклонение: учебная выборка – 1,23%, контрольная выборка – 1,4%, тестовая выборка – 1,34%)

Выводы. МА является перспективным методом оптимизации работы НСУ, что подтвердили экспериментально-аналитические исследования сравнения его работы с градиентным подходом: качество обучения с использованием МА по всем трём тренировочным выборкам лучше аналога на 1,25%, что является значительным показателем для технологических требований многих процессов.

Литература

1. Штепа В. Н. Концептуальные основы энергоэффективной системы управления комбинированными системами водоочистки / В. Н. Штепа //

Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – Минск: БНТУ. – 2016. – № 5. – С. 479 – 487.