

1. *Зайцев В. С.* Системный анализ операторской деятельности / В. С. Зайцев – М.: Сов. Радио, 1990. – 120 с.
2. *Кабикин В. Е.* Диагностика оперативного мышления / В. Е. Кабикин – К.: Наук. дум., 1977. – 110 с.
3. *Кафаров В. В.* Анализ и синтез / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин – Химко – технологических систем – М.: Химия, 1991. – 432 с.
4. *Келебел Д.* Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях / Д. Келебел – М.: Прогресс, 1980. – 389 с.
5. *Клебельсберг Д.* Транспортная психология / Д. Клебельсберг – М.: Транспорт, 1989. – 367 с.
6. Математика в социологии. Моделирование и обработка информации. – М.: Мир, 1977. – 543 с.
7. Основы инженерной психологии /ред. *Ломов Б. Ф.* – М.: Высш. шк., 1977. – 335 с.
8. *Первозванский А. А.* Математические методы в управлении производством / А. А. Первозванский – М.: Наука, 1972. – 616 с.
9. Психология экстремальных ситуаций / Хрестоматия ред. *Тарас А.* – М.: Харвест, 2002. – 480 с.
10. *Сікора Л. С.* Когнітивні моделі та логіка оперативного управління в ієрархічних інтегрованих системах в умовах ризику / Л. С. Сікора. – Львів: ЦСД «ЕБТЕС», 2009. – 432 с.: схеми, табл.
11. *Ткачук Р. Л.* Логіко-когнітивні моделі формування управлінських рішень інтегрованими системами в екстремальних умовах: [посібник] / Р. Л. Ткачук, Л. С. Сікора. – Львів: Ліга-Прес, 2010. – 404 с.: схеми, табл., іл.

*Поступила 8.10.2012р.*

УДК 004.942

В. М.Теслюк, д.т.н., професор кафедри САП, НУ “Львівська політехніка”,  
 О.М.Березький, д.т.н., завідувач кафедри КІ, ТНЕУ,  
 В.В.Береговський, викладач коледжу електронних приладів Івано-  
 Франківського Національного технічного університету нафти і газу,  
 П.Ю.Денисюк, к.т.н., доцент кафедри САП, НУ “Львівська політехніка”,  
 Т. В.Теслюк, студент кафедри САП, НУ “Львівська політехніка”.

## **ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ МАКЕТНОГО ВЗІРЦЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПРАЦЮВАННЯ НЕЧІТКИХ ТА НЕСТРУКТУРОВАНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

В статті розроблено макетний взірець на основі чотирьох нейроконтролерів. Кожний нейроконтролер використовує відповідний тип штучної нейронної мережі, а саме: багатошаровий перцептрон; мережу

© Т. В.Теслюк, П.Ю.Денисюк, В.В.Береговський, О.М.Березький,  
 В.М.Теслюк

Хопфілда; нейроподібні структури машини геометричних перетворень та нейронну мережу на основі моделі “Функціонал на множині табличних функцій”. Описано програмне та технічне забезпечення типового нейроконтролера.

In the paper the layout model based on four neurocontroller is designed. Each neurocontroller uses the appropriate type of artificial neural network: multilevel perceptron, Hopfield network, neural networks base on geometrical transformation machine, neural networks base on model “Functional on the tabular functions set”. Described software and hardware of typical neurocontroller.

## **Вступ**

Розвиток сучасних технічних засобів прямує в напрямку зменшення їх розмірів та нарощення функціональності і інтелектуальної складової. Типовим представником таких змін є мікроелектромеханічні системи [1, 2]. Мікросистеми вже досягнули мікронних розмірів і сьогодні активно розробляються методи їх інтелектуалізації. Одним з можливих шляхів врахування інтелектуальної складової є використання методів на основі штучних нейронних мереж [3, 4]. Відповідно розроблення макетного взірця для дослідження методів опрацювання слабоструктурованих та нечітких даних на основі штучних нейронних мереж (ШНМ) є актуальною задачею.

### **1. Структура макетного взірця**

Структура побудованого макетного взірця для дослідження розроблених методів опрацювання слабоструктурованих та нечітких даних на основі штучних нейронних мереж включає чотири складові (нейроконтролери). Кожний нейроконтролер використовує відповідний тип штучної нейронної мережі [3, 4, 5], а саме: багат шаровий перцептрона; мережу Хопфілда; нейроподібні структури машини геометричних перетворень та нейронну мережу на основі моделі “Функціонал на множині табличних функцій”.

Кожний з нейроконтролерів має типову структуру та алгоритм роботи, тому опишемо один з них, а саме: нейроконтролер на основі ШНМ типу багат шарового перцептрона, який використовується для керування підсистемою клімат контролю в приміщеннях інтелектуального будинку [6, 7].

### **2. Розроблення структури та алгоритму роботи нейроконтролера на основі ШНМ типу багат шарового перцептрона**

Розроблена структура кожного нейроконтролера складається з двох рівнів реалізації, які між собою пов’язані (рис.1):

- апаратна реалізація містить у собі підсистему роботи з виконуючими пристроями, яка відповідає за виведення аналогових сигналів; підсистему роботи з давачами, яка відповідає за зчитування цифрових сигналів; підсистему роботи з СОМ-портом, яка відповідає за надсилання повідомлень, проміжних і кінцевих результатів комп’ютеру;

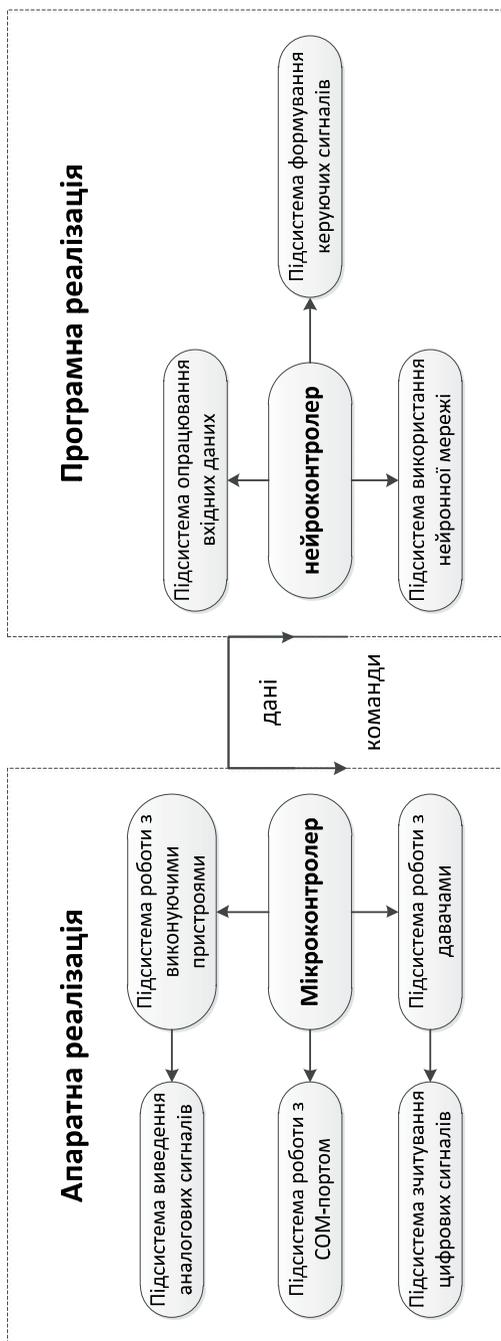


Рис. 1. Структура нейроконтролера

- програмна реалізація, яка містить у собі підсистему опрацювання вхідних даних отриманих від давачів; підсистему формування керуючих сигналів, яка на основі отриманих результатів від нейронної мережі формує команди для виконання мікроконтролером; підсистему використання нейронної мережі, яка вносить дані в мережу, запускає мережу і видобуває результати.

Як правило, кожний нейроконтролер виконує в циклі одну і ту ж типову програму. Схема роботи якої включає такі основні кроки (рис.2): зчитування аналогового сигналу від давачів; перетворення аналогових сигналів у цифрові; опрацювання вхідних даних; введення даних на вхідні нейрони; запуск нейронної мережі; зчитування результатів з вихідних нейронів; опрацювання вихідних даних; виведення цифрових сигналів управління пристроями; затримка, перехід на початок алгоритму роботи системи.

### 3. Розроблення структури та алгоритму роботи ПЗ типового нейроконтролера

Структура програмного забезпечення нейроконтролера (рис.3) містить блок ініціалізації мережі в якому відбувається ініціалізація ваг, зв'язків та параметрів нейронів. Разово виконується блок ініціалізації портів, який встановлює статуси портів і початкові значення.

Другу частину програмного забезпечення розбито на ряд окремих підзадач, як зчитування даних, де відбувається опрацювання даних від давачів, перевірка працездатності давачів, перетворення даних до необхідних типів, а саме:

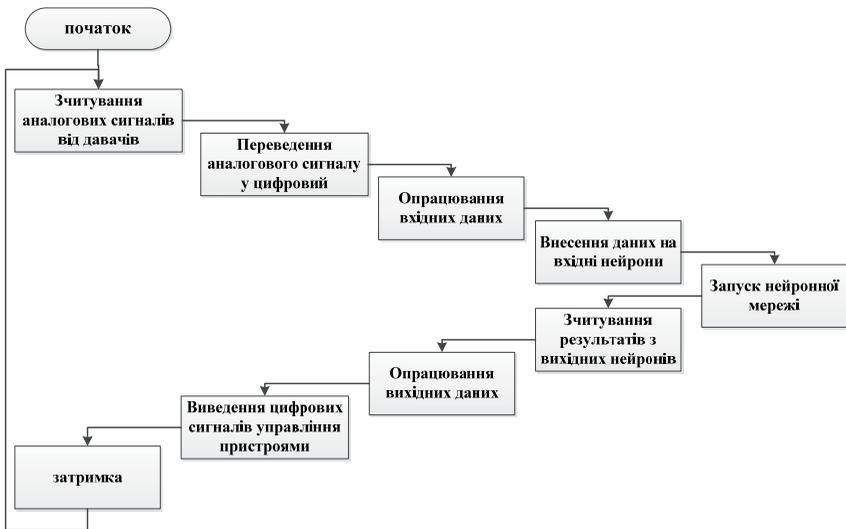


Рис.2. Схематичне представлення алгоритму роботи нейроконтролера

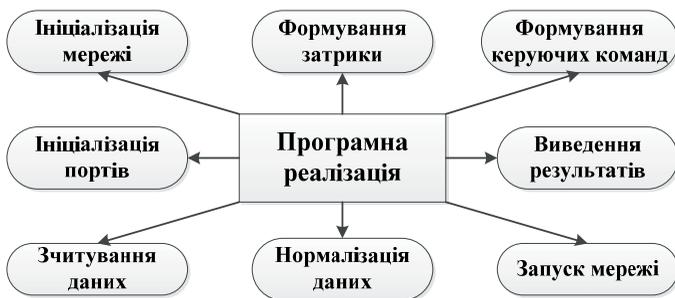


Рис.3. Структура програмного забезпечення

- нормалізація даних - виконує нормалізацію згідно із навчальною вибіркою мережі;
- запуск мережі - виконує внесення даних в мережу і проходження даних через мережу;
- виведення результатів - витягує результати з мережі і виводить результати через COM-порт;
- формування керуючих команд - в залежності від отриманих результатів керує вихідними портами;
- формування затримки – створює затримку, яку попередньо визначено(2 секунди) після цього програма запускається знову.

Для реалізації нейроконтролера використано мікроконтролер, який виконує одну і ту ж програму в циклі, тому алгоритм роботи має виконувати необмежену кількість ітерацій. В описовій формі алгоритм програмної реалізації нейронної мережі включає такі кроки:

Крок 1: Зчитування вхідних даних від давачів;

Крок 2: Ініціалізація змінних;

Крок 3:  $i = 0$ ;

Крок 4:  $i < \text{netSize}$ , так – перехід на крок 5, ні – перехід на крок 17;

Крок 5:  $\text{vin}[i] = 0$ ;

Крок 6:  $i < \text{cntIn}$ , так – перехід на крок 7; ні – перехід на крок 8;

Крок 7:  $\text{vout}[i] = \text{input}[i]$ , перехід на крок 16;

Крок 8:  $\text{balance}[i] == 1$ , так - перехід на крок 9, ні – перехід на крок 10.

Крок 9:  $\text{vout}[i] = 1$ , перехід на крок 16;

Крок 10:  $j = 0$ ;

Крок 11:  $j < \text{netSize}$ , так – перехід на крок 12, ні – перехід на крок 15;

Крок 12:  $\text{type}[i][j] == 'i'$ , так – перехід на крок 13, ні – перехід на крок 14;

Крок 13:  $\text{vin} += \text{vout}[j] * \text{value}[j][i]$ ;

Крок 14:  $j++$ , перехід на крок 11;

Крок 15:  $\text{vout}[i] = \text{calc}(i)$ ;

Крок 16:  $i++$ ,перехід на крок 4;

Крок 17:  $\text{first\_out} = \text{netSize} - \text{cntOut}$ ;

Крок 18:  $i = \text{first\_out}$ ;  
 Крок 19:  $i < \text{netSize}$ , так – перехід на крок 20, ні – перехід на крок 22;  
 Крок 20:  $\text{output}[i - \text{first\_out}] = \text{vout}[i]$ ;  
 Крок 21:  $i++$ , перехід на крок 19;  
 Крок 22: вивід результатів.

#### 4. Особливості апаратної реалізації нейроконтролера на основі підсистеми клімат-контролю інтелектуального будинку

Апаратна реалізація системи містить в собі мікроконтролер [8], давач температури і вологості DT11, 3 світлодіоди (для відображення роботи виконуючих пристроїв) і обмежуючі резистори. У мікроконтролері використовуються 4-ри порти для роботи з зовнішньою схемою. А саме: 2-ий порт використовуються для зчитування сигналу від давача, а 5–ий, 6–ий, 7–ий порти використовуються для відображення активної роботи пристроїв (обігрівач, вентилятор і зволожувач повітря).

Також мікроконтролер програмується програмою наведеною вище.

Після запуску нейроконтролера на один цикл програми, через COM-порт на комп'ютер було надіслано наступні проміжні результати і вихідні результати.

Приклад реалізованого нейроконтролера зображено на рис.6.

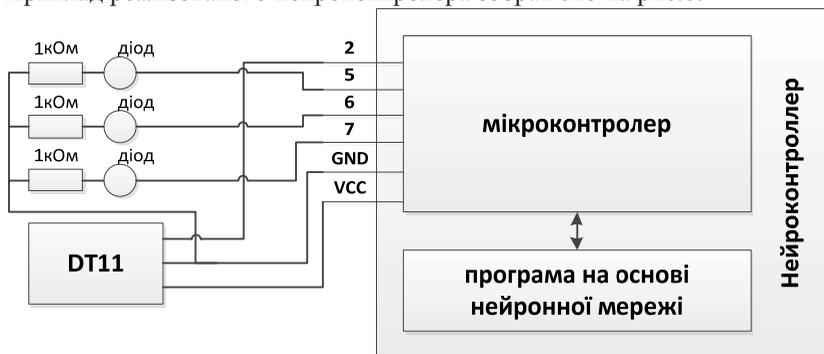


Рис.4. Структурна електрична схема підключення системи здавачів для нейроконтролера керування підсистемою клімат-контролю інтелектуального будинку

```
DHT11 TEST PROGRAM
LIBRARY VERSION: 0.3.2
Read sensor: OK
Humidity (%): 70.00
Temperature (oC): 29.00
Temperature (oF): 84.20
Temperature (K): 302.15
```

*Dew Point (oC): 22.99*  
*Dew PointFast (oC): 22.96*  
*x0(T) = 1.63*  
*x1(H) = 0.92*  
*Result*  
*0 out = 0.45*  
*1 out = 1.34*  
*2 out = -0.06*

Рис.5. Дані, отримані від давача через СОМ-порт

### Висновки

В результаті розроблено структурну схеми макетного взірця для дослідження розроблених методів опрацювання слабоструктурованих та нечітких даних від підсистеми здавачів на основі ШНМ.

Побудована структура включає чотири нейроконтролери, кожний з яких реалізує відповідний тип нейронної мережі.

Детально описано структуру, програмне та інформаційне забезпечення, особливості програмно-апаратної реалізації типового нейроконтролера для керування підсистемою клімат контролю в інтелектуальному будинку.

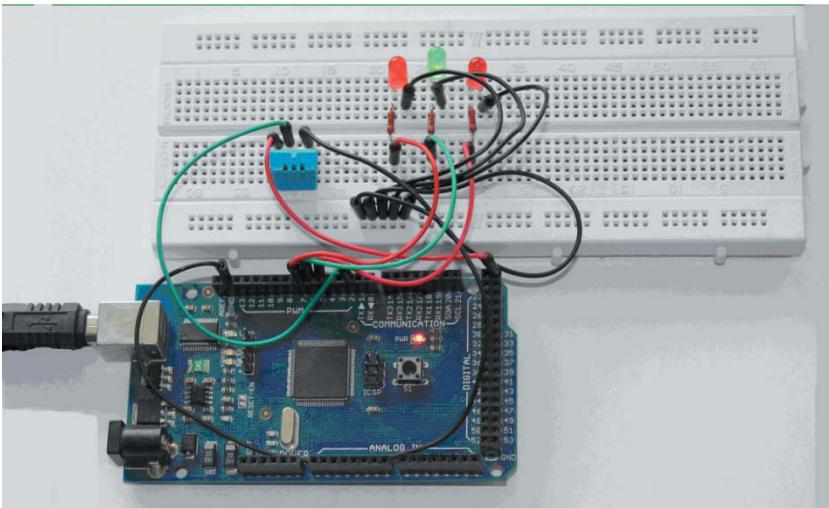


Рис.6. Приклад апаратної реалізації нейроконтролера

1. *Теслюк В.М., Денисюк П.Ю.* Автоматизація проектування мікроелектромеханічних систем на компонентному рівні: Монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 192 с.
2. *Теслюк В. М.* Моделі та інформаційні технології синтезу мікроелектромеханічних систем. Монографія. – Львів : Вежа і Ко, 2008. – 192 с.

3. *Frank Rosenblatt*, The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain, Cornell Aeronautical Laboratory, Psychological Review, v65, No. 6, pp. 386-408
4. *Тимощук П., Лобур М.* Основи теорії проектування нейронних мереж : Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”. – 2007. – 328 с.
5. *Tkachenko R., Yurchak I., Polishchuk U.* Neurolike networks on the basis of Geometrical Transformation Machine // Proc.of the IVth International Conference of Young Scientists (MEMSTECH’2008) - Lviv - Polyana, May, 21-24, 2008. – P.77-80.
6. *Гололобов В.Н.* «Умный дом» своими руками.- М. : NT Press, 2007. – 416 с.
7. *Роберт К. Эссентипер, Тоби Дж. Велт* Умный Дом строим сами : пер. з англ. – М. : КУДИЦ - ОБРАЗ, 2005. – 384 с.
8. Аппаратная платформа Arduino <http://arduino.ru/>.

*Поступила 17.9.2012р.*

УДК 621.391

О.А.Лаврів, М.І.Бешлей, Б.А.Бугиль  
Національний університет "Львівська політехніка"

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ АБОНЕНТАМ МОБІЛЬНОГО ЗВ’ЯЗКУ В IMS-МЕРЕЖІ**

The method of modeling of multiservice traffic has been designed. It provides the qualitative aspect of Triple Play services according to user requirements for planning of technological resources that are used for accessing and managing of mobile communication networks.

**Вступ.** Поява та швидкий розвиток комунікаційних послуг телефонії, телебачення, мобільного зв’язку у глобальній мережі Інтернет суттєво вплинули на розвиток інформаційних технологій протягом минулих років, що посприяло створенню єдиної технологічної платформи і мережі із спільною базою. Тому сьогодні відбувається процес перегляду і зміни базових моделей телекомунікацій для створення і розвитку нової мережі із конвергенцією інформаційних і телекомунікаційних технологій. При наданні послуги Triple Play (голос, відео, дані) на базі мобільного оператора абоненти отримують різноманітні послуги, для доступу до яких достатньо одного багатофункціонального пристрою. Перехід у концепції сервісів від вертикальної до горизонтальної моделі організації й об’єднання різних послуг на рівні транспорту й доступу являють собою істотний крок на шляху конвергенції служб. Виходячи з будинку, можна дивитися телепередачі і фільми, говорити по телефону, здійснювати покупки, розмовляти по