



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інститут «Кіберпорт»**

**Кафедра автоматизації та комп'ютерно-  
інтегрованих технологій**

**С. О. Тимчук, А. О. Панов**

**Методичні вказівки до виконання  
практичних робіт з дисципліни  
«Нейронні технології штучного  
інтелекту»**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної  
та заочної форм навчання  
за освітньо-професійною програмою зі спеціальності  
123 Комп'ютерна інженерія**

**Харків  
2023**

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут «Кіберпорт»

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

С. О. Тимчук, А. О. Панов

Методичні вказівки до виконання  
практичних робіт з дисципліни  
«Нейронні технології штучного  
інтелекту»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та  
заочної форм навчання  
за освітньо-професійною програмою зі спеціальності  
123 Комп'ютерна інженерія

Затверджено  
рішенням науково-методичної ради  
інституту «Кіберпорт»  
Протокол № 6  
від «04» травня 2023 року

**Харків  
2023**

УДК 510:621.9

Т 41

Схвалено на засіданні кафедри  
автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій  
Протокол № 8 від 28.04. 2023 р.

**Рецензенти:**

*С. Я. Бовчалиук*, канд. техн. наук, доцент кафедри електронних обчислювальних машин ХНУРЕ.

*М. П. Кунденко*, д-р. техн. наук, професор, зав. кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ 'ХП'.

Т 41           Нейронні технології штучного інтелекту: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Нейронні технології штучного інтелекту» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / С. О. Тимчук, А. О. Панов / - Електрон. дані. – Х.: ДБТУ, 2023. – 24 с.

Методичні вказівки включають 5 практичних робіт. Матеріал розкриває сутність реалізації процесу програмування нейронної мережі. Майбутні фахівці повинні володіти теорією нейронних технологій штучного інтелекту.

Видання призначене студентам другого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія.

**УДК 510:621.9**

**Відповідальний за випуск: С. О. Тимчук**, д-р техн. наук, професор

© Тимчук С. О.,  
Панов А. О., 2023.  
© ДБТУ, 2023

**ЗМІСТ**

ВСТУП.....	4
Практична робота №1.....	7
Практична робота №2.....	12
Практична робота №3.....	16
Практична робота №4.....	18
Практична робота №5.....	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	23

## ВСТУП

Теорія нейронних мереж включають широке коло питань з різних галузей науки: біофізики, математики, інформатики, схемотехніки і технології. Тому поняття "нейронні мережі" детально визначити складно.

Штучні нейронні мережі (НМ) - сукупність моделей біологічних нейронних мереж. Представляють собою мережу елементів - штучних нейронів - пов'язаних між собою синаптичними з'єднаннями. Мережа обробляє вхідну інформацію і в процесі зміни свого стану в часі формує сукупність вихідних сигналів.

Робота мережі полягає в перетворенні вхідних сигналів у часі, в результаті чого змінюється внутрішній стан мережі і формуються вихідні впливу. Зазвичай НМ оперує цифровими, а не символічними величинами.

Більшість моделей НМ вимагають навчання. У загальному випадку, навчання - такий вибір параметрів мережі, при якому мережа найкраще справляється з поставленою проблемою. Навчання - це завдання багатовимірної оптимізації, і для її вирішення існує безліч алгоритмів.

Штучні нейронні мережі - набір математичних і алгоритмічних методів для вирішення широкого кола завдань. Виділимо характерні риси штучних нейромереж як універсального інструменту для вирішення завдань:

1. НМ дають можливість краще зрозуміти організацію нервової системи людини і тварин на середніх рівнях: пам'ять, обробка сенсорної інформації, моторика.

2. НМ - засіб обробки інформації:

а) гнучка модель для нелінійної апроксимації багатовимірних функцій;

б) засіб прогнозування в часі для процесів, що залежать від багатьох змінних;

в) класифікатор за багатьма ознаками, що дає розбиття вхідного простору на області;

г) засіб розпізнавання образів;

д) інструмент для пошуку за асоціаціями;

е) модель для пошуку закономірностей у масивах даних.

3. НМ вільні від обмежень звичайних комп'ютерів завдяки паралельній обробці і сильній зв'язаності нейронів.

4. У перспективі НМ повинні допомогти зрозуміти принципи, на яких побудовані вищі функції нервової системи: свідомість, емоції, мислення.

Істотну частину в теорії нейронних мереж займають біофізичні проблеми. Для побудови адекватної математичної моделі необхідно детально вивчити роботу біологічних нервових клітин і мереж з точки зору хімії, фізики, теорії інформації та сінергетики. Повинні бути відомі відповіді на основні питання, що стосуються

1. Як працює нервова клітина - біологічний нейрон? Необхідно мати математичну модель, адекватно описує інформаційні процеси в нейроні. Які властивості нейрона важливі при моделюванні, а які - ні?

2. Як передається інформація через з'єднання між нейронами - синапси? Як змінюється провідність синапсу в залежності від проходять по ньому сигналів?

3. За якими законами нейрони пов'язані один з одним у мережу? Звідки нервова клітина знає, з якими сусідами повинно бути встановлено з'єднання?

4. Як біологічні нейронні мережі навчаються вирішувати завдання? Як вибираються параметри мережі, щоб давати правильні вихідні сигнали? Який вихідний сигнал вважається "правильним", а який - помилковим?

Найважливіші властивості біологічних нейромереж:

1. Паралельність обробки інформації. Кожен нейрон формує свій вихід тільки на основі своїх входів і власного внутрішнього стану під впливом загальних механізмів регуляції нервової системи.

2. Здатність до повної обробці інформації. Усі відомі людині завдання вирішуються нейронними мережами. До цієї групи відносяться властивостей асоціативність (мережа може відновлювати повний образ по його частини), здатність до класифікації, узагальнення, абстрагування і безліч інших. Вони до кінця не систематизовані.

3. Самоорганізація. У процесі роботи біологічні НМ самостійно, під впливом зовнішнього середовища, навчаються вирішення різноманітних завдань. Невідомо ніяких принципових обмежень на складність завдань, що вирішуються біологічними нейронними мережами. Нервова система сама формує алгоритми своєї діяльності, уточнюючи і ускладнюючи їх протягом життя. Людина поки не зумів створити систем, які мають самоорганізацію і самовдосконалення. Це властивість НМ народжує безліч питань. Адже кожна замкнута система в процесі розвитку спрощується, деградує. Отже, підведення енергії до нейронної мережі має принципове значення. Чому ж серед усіх дисипативних (розсіюючих енергію) нелінійних динамічних систем тільки у живих істот, і,

зокрема, біологічних неймереж виявляється здатність до ускладнення? Яка принципова умова упущено людиною в спробах створити самовдосконалення системи?

4. Біологічні НМ є аналоговими системами. Інформація надходить в мережу по великій кількості каналів і кодується по просторовому принципом: вид інформації визначається номером нервового волокна, по якому вона передається. Амплітуда вхідного впливу кодується щільністю нервових імпульсів, переданих по волокну.

5. Надійність. Біологічні НМ мають фантастичною надійністю: вихід з ладу навіть 10% нейронів в нервовій системі не перериває її роботи. У порівнянні з послідовними ЕОМ, заснованими на принципах фон-Неймана, де збій одного осередку пам'яті або одного вузла в апаратурі призводить до краху системи.

Сучасні штучні НМ за складністю та "інтелекту" наближаються до нервової системи таргана, але вже зараз демонструють цінні властивості:

1. Здатність до навчання. Вибравши одну з моделей НМ, створивши мережу і виконавши алгоритм навчання, ми можемо навчити мережу вирішення завдання, яка їй під силу. Немає жодних гарантій, що це вдасться зробити при вибраних мережі, алгоритмі і задачі, але якщо все зроблено правильно, то навчання буває успішним.

2. Здатність до узагальнення. Після навчання мережа стає нечутливою до малих змін вхідних сигналів (шуму або варіацій вхідних образів) і дає правильний результат на виході.

3. Здатність до абстрагування. Якщо пред'явити мережі декілька спотворених варіантів вхідного образу, то мережа сама може створити на виході ідеальний образ, з яким вона ніколи не зустрічалася.

## Практичне заняття №1

### Освоєння нейронних мереж, побудова простого нейрону на мові програмування

**Мета роботи:** навчити студентів будувати простий штучний нейрон на мові програмування.

**Зміст роботи:** за варіантом індивідуального завдання необхідно:

- засвоїти теоретичний матеріал;
- виконати опис використаних змінних;
- створити нейронну мережу;
- скласти текст програми;
- представити виконану за попередніми пунктами роботу викладачу для перевірки;
- усунути виявлені недоліки;
- виконати відлагодження програми, її коректування (при необхідності) та відпрацювати за допомогою імітаторів;
- продемонструвати викладачу діючу програму.

#### Теоретична частина

##### Штучний нейрон

Базовий модуль нейронних мереж штучний нейрон моделює чотири основні функції природного нейрона (рис. 1.1).

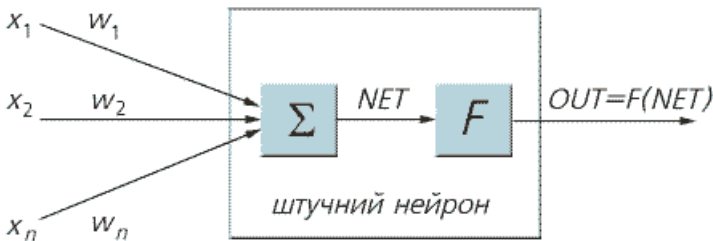


Рисунок - 1.1. Базовий штучний нейрон.

Вхідні сигнали  $x_n$  зважені ваговими коефіцієнтами з'єднання  $w_n$  додаються, проходять через передатну функцію, генерують результат і виводяться.

У наявних на цей час пакетах програм штучні нейрони називаються "елементами обробки" і мають набагато більше можливостей, ніж простий штучний нейрон, описаний вище. На рис. 1.2 зображена детальна схема спрощеного штучного нейрону.



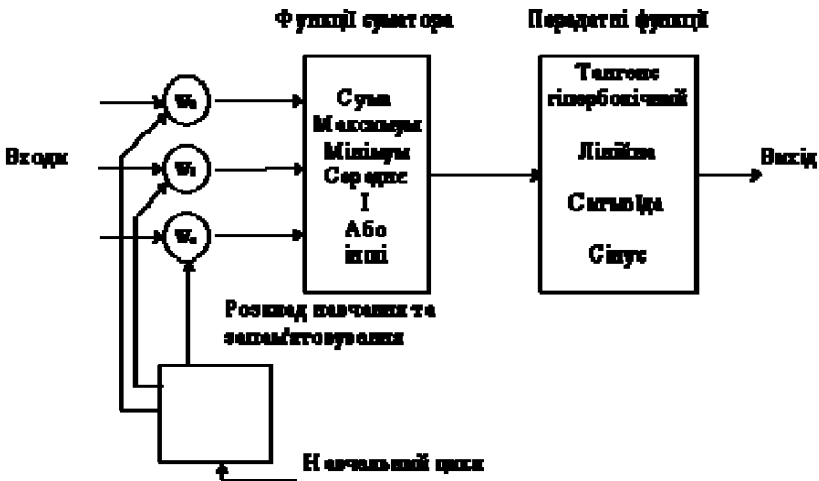


Рисунок - 1.2. Модель "елементу обробки"

Модифіковані входи передаються на функцію сумування, яка переважно тільки сумує добутки. Проте можна обрати багато різних операцій, такі як середнє, найбільше, найменше, OR, AND, тощо, які могли б виробляти деяку кількість різних значень. Окрім того, більшість комерційних програм дозволяють інженерам-програмістам створювати власні функції сумування за допомогою підпрограм, закодованих на мові високого рівня (C, C++, TurboPascal). Інколи функція сумування ускладнюється додаванням функції активації, яка дозволяє функції сумування оперувати в часі.

В любому з цих випадків, вихід функції сумування надсилається у передатну функцію і скеровує весь ряд на дійсний вихід (0 або 1, -1 або 1, або яке-небудь інше число) за допомогою певного алгоритму. В існуючих неймережах в якості передатних функцій можуть бути використані сигмоїда, синус, гіперболічний тангенс та ін. Приклад того, як працює передатна функція показаний на рис. 1.3.

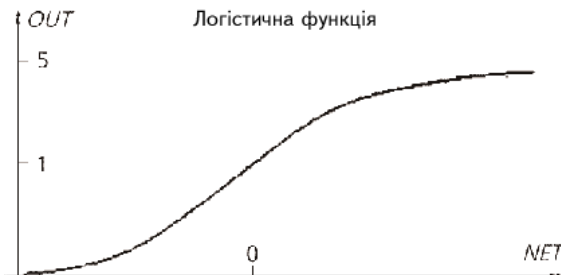


Рисунок - 1.3. Сигмоїдна передатна функція.

Після обробки сигналу, нейрон на виході має результат передатної функції, який надходить на входи інших нейронів або до зовнішнього з'єднання, як це передбачається структурою нейромережі.

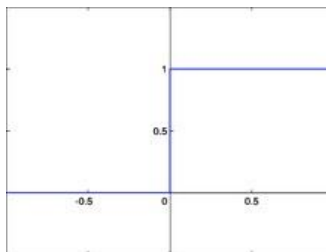
Всі штучні нейромережі конструюються з базового формуючого блоку - штучного нейрону. Існуючі різноманітності і фундаментальні відмінності, є підставою мистецтва талановитих розробників для реалізації ефективних нейромереж.

**Таблиця варіантів завдань**

Номер варіанту	Кількість входів	Передатна функція	Формат нейрону
1	2	Порогова	Булевий
2	3	Порогова	Натуральний
3	4	Порогова	Дійсний
4	5	Порогова	Булевий
5	2	Імпульсна (1с після ввімкнення)	Натуральний
6	3	Імпульсна (1с після ввімкнення)	Дійсний
7	4	Імпульсна (1с після ввімкнення)	Булевий
8	5	Імпульсна (1с після ввімкнення)	Натуральний
9	2	Лінійна	Дійсний
10	3	Лінійна	Натуральний
11	4	Лінійна	Дійсний
12	5	Лінійна	Натуральний
13	2	Синусоїда	Дійсний
14	3	Синусоїда	Дійсний
15	4	Синусоїда	Дійсний
16	5	Синусоїда	Дійсний
17	2	Сигмоїдна	Дійсний
18	3	Сигмоїдна	Дійсний
19	4	Сигмоїдна	Дійсний
20	5	Сигмоїдна	Дійсний

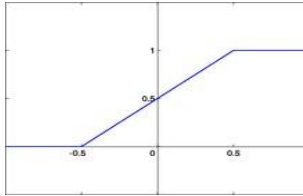
Формули передатних функцій

1 Порогова



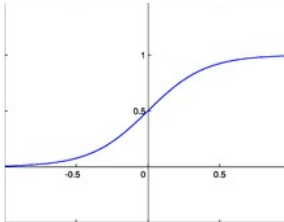
$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \geq T \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

## 2 Лінійна



$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq -0.5 \\ x + 0.5 & \text{if } -0.5 < x < 0.5 \\ 1 & \text{if } x \geq 0.5 \end{cases}$$

## 3 Сигмоїдна



Функція Фермі (Експоненційна сигмоїда):

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-2\alpha s}}$$

Раціональна сигмоїда:

$$f(s) = \frac{s}{|s| + \alpha}$$

Гіперболічний тангенс:

$$f(s) = th \frac{s}{\alpha} = \frac{e^{\frac{s}{\alpha}} - e^{-\frac{s}{\alpha}}}{e^{\frac{s}{\alpha}} + e^{-\frac{s}{\alpha}}}$$

**Приклад виконання роботи**

**Завдання:** Створити нейрон на мові програмування з чотирма вхідними сигналами та пороговою передатною функцією

**Використані змінні:**

X1, X2, X3, X4 – вхідні сигнали,

W1, W2, W3, W4 – вагові коефіцієнти,

Neuron\_4in – вихід нейрону з чотирма входами,

Fakt = 1 – передатна функція (активації).

**Складання тексту програми**

Function Neuron\_4in

(

X1,X2,X3,X4:REAL;

W1,W2,W3,W4:REAL

):REAL;

begin

Neuron\_4in := (X1\*W1+X2\*W2+X3\*W3+X4\*W4);

end;

**Контрольні питання**

1. Що таке штучний нейрон?
2. Для чого потрібно моделювати простий нейрон?
3. Різниця між штучним та біологічним нейроном?

## Практичне заняття №2

### Побудова простих нейронних мереж та освоєння принципу їх дій на базі простих логічних функцій

**Мета роботи:** отримання студентами практичних навичок в складанні простих нейронних мереж для вирішення логічних функцій.

**Зміст роботи:** за варіантом індивідуального завдання необхідно:

- засвоїти теоретичний матеріал;
- виконати опис використаних змінних;
- створити нейронну мережу;
- скласти текст програми;
- представити виконану за попередніми пунктами роботу викладачу для перевірки;
- усунути виявлені недоліки;
- виконати відлагодження програми, її коректування (при необхідності) та відпрацювати за допомогою імітаторів;
- продемонструвати викладачу діючу програму.

#### Теоретична частина Штучні нейронні мережі

Інша частина створення і використання нейромереж стосується нескінченної кількості зв'язків, що пов'язують окремі нейрони. Групування у мозку людини відбувається так, що інформація обробляється динамічним, інтерактивним та самоорганізуючим шляхом. Біологічні нейронні мережі створені у тривимірному просторі з мікроскопічних компонент і здатні до різноманітних з'єднань. Але для створеної людиною мережі існують фізичні обмеження.

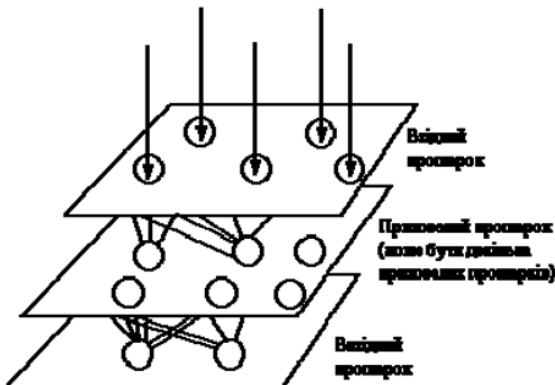


Рисунок 2.1. Діаграма простої нейронної мережі

Існуючі на даний час, нейромережі є групуванням штучних нейронів. Це групування обумовлено створенням з'єднаних між собою прошарків.

На рис. 2.1 показана типова структура штучних нейромереж. Хоча існують мережі, які містять лише один прошарок, або навіть один елемент, більшість застосувань вимагають мережі, які містять як мінімум три нормальних типи прошарків - вхідний, прихований та вихідний. Прошарок вхідних нейронів отримує дані або з вхідних файлів, або безпосередньо з електронних давачів. Вихідний прошарок пересилає інформацію безпосередньо до зовнішнього середовища, до вторинного комп'ютерного процесу, або до інших пристроїв. Між цими двома прошарками може бути багато прихованих прошарків, які містять багато нейронів у різноманітних зв'язаних структурах. Входи та виходи кожного з прихованих нейронів просто йдуть до інших нейронів.

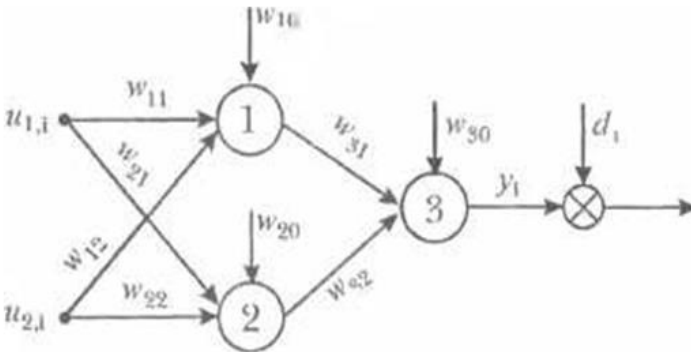
**Таблиця варіантів завдань**

Номер варіанту	Логічний вираз
1	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ and } x_3 \text{ and } x_4$
2	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ and } x_3 \text{ or } x_4$
3	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ or } x_3 \text{ and } x_4$
4	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ or } x_3 \text{ or } x_4$
5	$x_1 \text{ or } x_2 \text{ and } x_3 \text{ and } x_4$
6	$x_1 \text{ or } x_2 \text{ and } x_3 \text{ or } x_4$
7	$x_1 \text{ or } x_2 \text{ or } x_3 \text{ and } x_4$
8	$x_1 \text{ or } x_2 \text{ or } x_3 \text{ or } x_4$
9	$x_1 \text{ xor } x_2 \text{ and } x_3$
10	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ xor } x_3$
11	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ and } x_3 \text{ xor } x_4$
12	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ xor } x_3 \text{ and } x_4$
13	$x_1 \text{ and } x_2 \text{ xor } x_3 \text{ xor } x_4$
14	$x_1 \text{ xor } x_2 \text{ and } x_3 \text{ and } x_4$
15	$x_1 \text{ xor } x_2 \text{ and } x_3 \text{ xor } x_4$
16	$x_1 \text{ xor } x_2 \text{ xor } x_3 \text{ and } x_4$
17	$x_1 \text{ xor } x_2 \text{ xor } x_3 \text{ xor } x_4$
18	$(x_1 \text{ or } x_2) \text{ and } (x_3 \text{ or } x_4)$
19	$(x_1 \text{ or } x_2 \text{ or } x_3) \text{ and } x_4$
20	$x_1 \text{ and } (x_2 \text{ or } x_3 \text{ or } x_4)$

### Приклад виконання роботи

**Завдання:** Створити на мові програмування нейронної мережі реалізації логічної функції XOR.

### Створення нейронної мережі та таблиці залежності



Вхід 1	Вхід 2	Вихід
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

#### Використані змінні:

$u_1, u_2$  – вхідні сигнали,

$w_{11}, w_{21}, w_{12}, w_{22}, w_{31}, w_{32}$  – вагові коефіцієнти,

$w_{10}, w_{20}, w_{30}$  – коефіцієнти навчання,

$y_1$  – вихід нейрону операції XOR,

Fakt = 1 – передатна функція (активації).

#### Складання тексту програми

Function y1

(

u1,u2:REAL;

w11, w21, w12, w22, w31, w32:REAL;

w10, w20, w30:REAL

):REAL;

begin

y1 := (u1\*w11+u2\*w12+w10) \* w31 + (u1\*w21+u2\*w22+w20)

\* w32 + w30 ;

end;

**Контрольні питання**

1. Що таке штучні нейронні мережі?
2. Способи реалізації штучних нейронних мереж?
3. Проблема функції XOR, та її вирішення?



### Практичне заняття №3

## Побудова простих нейронних мереж та освоєння принципу їх дій на базі простих арифметичних функцій

**Мета роботи:** отримання студентами практичних навичок в складанні простих нейронних мереж для вирішення арифметичних функцій.

**Зміст роботи:** за варіантом індивідуального завдання необхідно:

- засвоїти теоретичний матеріал;
- виконати опис використаних змінних;
- створити нейронну мережу;
- скласти текст програми;
- представити виконану за попередніми пунктами роботу викладачу для перевірки;
- усунути виявлені недоліки;
- виконати відлагодження програми, її коректування (при необхідності) та відпрацювати за допомогою імітаторів;
- продемонструвати викладачу діючу програму.

#### Таблиця варіантів завдань

Номер варіанту	Арифметичний вираз
1	$x1+x2*x3/(x4-x5)$
2	$x1-x2*x3/(x4-x5)$
3	$x1*x2*x3/(x4-x5)$
4	$x1+x2*x3*(x4-x5)$
5	$x1+x2*x3/(x4+x5)$
6	$x1+x2*x3+(x4-x5)$
7	$x1*x2*x3/(x4+x5)$
8	$x1+x2*x3-(x4-x5)$
9	$x1+x2*x3-(x4+x5)$
10	$x1*x2/x3+(x4-x5)$
11	$x1/x2-x3/(x4-x5)$
12	$x1/x2+x3/(x4-x5)$
13	$x1+\sin(x2)*x3/(x4-x5)$
14	$0,5*x1+x2*x3/(3*x4-x5)$
15	$x1+0,5*x2*x3/(x4-x5)$
16	$x1+x2*x3/(x4-2*x5)$
17	$x1+x2*x3/(0,5*x4-x5)$

18	$\cos(0,5*x1-0,5*x2)$
19	$\sin(0,5*x1-0,5*x2)$
20	$\cos(0,5*x1+x2)$

### Приклад виконання роботи

**Завдання:** Створити на мові програмування нейронної мережі реалізації арифметичної функції  $\sin(x)$ .

**Використані змінні:**  $x$  – вхідні сигнали,

$w$  – вагові коефіцієнти,

$y$  – вихід нейрону,

$\text{Fakt}(\sin())$  – передатна функція (активації).

### Складання тексту програми

Function y

(

$x$ :REAL;

$w$ :REAL

);REAL;

begin

$y := \sin(x*w)$ ;

end;

### Контрольні питання

1. Місце нейронних мереж серед інших методів вирішення задач?
2. Типи задач, які можуть бути вирішені нейронною мережею?
3. Недоліки та обмеження нейронних мереж?

## Практичне заняття №4

### Побудова простих нейронних мереж та освоєння принципу їх дій на базі елементів пам'яті

**Мета роботи:** отримання студентами практичних навичок в складанні простих нейронних мереж – елементів пам'яті.

**Зміст роботи:** за варіантом індивідуального завдання необхідно:

- засвоїти теоретичний матеріал;
- виконати опис використаних змінних;
- створити нейронну мережу;
- скласти текст програми;
- представити виконану за попередніми пунктами роботу викладачу для перевірки;
- усунути виявлені недоліки;
- виконати відлагодження програми, її коректування (при необхідності) та відпрацювати за допомогою імітаторів;
- продемонструвати викладачу діючу програму.

#### Теоретична частина

Нейронна мережа Хопфілда — повнозв'язна нейронна мережа із симетричною матрицею зв'язків. У процесі роботи динаміка таких мереж сходиться (конвергує) до одного з положень рівноваги. Ці положення рівноваги є локальними мінімумами функціонала, що називається енергія мережі (у найпростішому випадку — локальними мінімумами негативної певної квадратичної форми на  $n$ -вимірному кубі). Така мережа може бути використана як автоасоціативна пам'ять, як фільтр, а також для вирішення деяких завдань оптимізації. На відміну від багатьох нейронних мереж, що працюють до отримання відповіді через певну кількість тактів, мережі Хопфілда працюють до досягнення рівноваги, коли наступний стан мережі дорівнює попередньому.

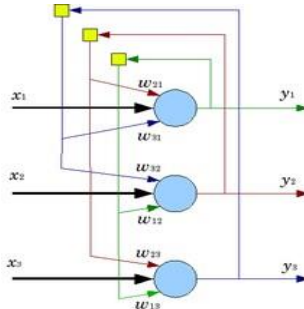


Схема мережі Хопфілда з трьома нейронами

Нейронна мережа Хопфілда складається з  $N$  штучних нейронів. Кожен нейрон системи може приймати один з двох станів (що аналогічно виходу нейрона з пороговою функцією активації):

$$y_i \left\{ \begin{array}{l} 1, \\ -1 \end{array} \right\}$$

Через їх біполярну природу нейрони мережі Хопфілда іноді називають спінами.

Взаємодія спінів мережі описується виразом:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^N w_{ij} x_i x_j$$

де  $w_{ij}$  — елемент матриці взаємодій  $W$ , яка складається з вагових коефіцієнтів зв'язків між нейронами. У цю матрицю в процесі навчання записується  $M$  «образів» —  $N$ -вимірних бінарних векторів:

$$S_m = (s_{m1}, s_{m2}, \dots, s_{mN})$$

У мережі Хопфілда матриця зв'язків є симетричною ( $w_{ij} = w_{ji}$ ), а діагональні елементи матриці покладаються рівними нулю ( $w_{ii} = 0$ ), що виключає ефект впливу нейрона на самого себе та є необхідним для мережі Хопфілда, але не достатньою умовою стійкості в процесі роботи мережі. Достатнім є асинхронний режим роботи мережі. Подібні властивості визначають тісний зв'язок з реальними фізичними речовинами, що називаються спіновими стеклами.

### Таблиця варіантів завдань

Номер варіанту	Об'єм пам'яті	Тип пам'яті
1	1	Асоціативна
2	2	Асоціативна
3	3	Асоціативна
4	4	Асоціативна
5	5	Асоціативна
6	6	Асоціативна
7	7	Асоціативна
8	8	Асоціативна
9	9	Асоціативна
10	10	Асоціативна
11	11	Тригер
12	2	Тригер
13	3	Тригер
14	4	Тригер

15	5	Тригер
16	6	Тригер
17	7	Тригер
18	8	Тригер
19	9	Тригер
20	10	Тригер

### Приклад виконання роботи

**Завдання:** Створити на мові програмування нейронної мережі реалізації RS тригеру

#### Використані змінні:

R,S – вхідні сигнали,

W1, W2 – вагові коефіцієнти,

Q, nQ – вихід нейрону,

Fakt = NOT – передатна функція (активації).

#### Складання тексту програми

Function Q

```
(
    R,S:BOOL;
    W1,W2:BOOL
):BOOL;
begin
    Q := NOT(S*nQ);
    nQ := NOT(R*Q);
end;
```

#### Контрольні питання

1. Що забезпечує зворотній зв'язок в мережі?
2. Які задачі можна вирішити за допомогою мереж Хопфілда?

## Практичне заняття №5

### Побудова простих нейронних мереж та освоєння принципу їх дій при контролю параметрів в допустимих значеннях

**Мета роботи:** отримання студентами практичних навичок в складанні простих нейронних мереж для контролю параметрів.

**Зміст роботи:** за варіантом індивідуального завдання необхідно:

- засвоїти теоретичний матеріал;
- виконати опис використаних змінних;
- створити нейронну мережу;
- скласти текст програми;
- представити виконану за попередніми пунктами роботу викладачу для перевірки;
- усунути виявлені недоліки;
- виконати відлагодження програми, її коректування (при необхідності) та відпрацювати за допомогою імітаторів;
- продемонструвати викладачу діючу програму.

#### Таблиця варіантів завдань

Номер варіанту	Арифметичний вираз
1	$50 < x < 100$ при досягненні ввімкнути сирену
2	$150 < x < 300$ при досягненні ввімкнути сирену
3	$5 < x < 10$ при досягненні ввімкнути сирену
4	$51 < x < 55$ при досягненні ввімкнути сирену
5	$5,5 < x < 12,2$ при досягненні ввімкнути сирену
6	$40 < x < 45$ при досягненні ввімкнути сирену
7	$35 < x < 40$ при досягненні ввімкнути сирену
8	$0 < x < 100$ при досягненні ввімкнути сирену
9	$x < 100$ при досягненні ввімкнути сирену
10	$100 < x$ при досягненні ввімкнути сирену
11	$50 < x < 100$ попередити при наближенні
12	$50 < x < 100$ попередити при наближенні
13	$150 < x < 300$ попередити при наближенні
14	$5 < x < 10$ попередити при наближенні
15	$51 < x < 55$ попередити при наближенні
16	$5,5 < x < 12,2$ попередити при наближенні
17	$40 < x < 45$ попередити при наближенні
18	$35 < x < 40$ попередити при наближенні

19	$0 < x < 100$ попередити при наближенні
20	$x < 100$ попередити при наближенні

### Приклад виконання роботи

**Завдання:** Створити на мові програмування нейронної мережі систему попередження при  $x > 10$

#### Використані змінні:

$x$  – вхідні сигнали,

$w$  – вагові коефіцієнти,

$y$  – вихід нейрону,

Fakt () – передатна функція (активації).

#### Складання тексту програми

```
Function Fakt
  (
    f:INTEGER
  ):BOOL;
begin
  if
    f > 10
  then
    Fakt := true
  else
    Fakt := false
  end if;
end;

Function y
  (
    x:INTEGER;
    w:INTEGER
  ):BOOL;
begin
  y := Fakt(x*w);
end;
```

### Контрольні питання

1. Принципи використання передаточної функції?
2. Які обмеження має нейронна мережа в порівнянні з іншими обчислювальними системами?
3. Може нейронна мережа прогнозувати тенденцію змін, та спрогнозувати вихід параметрів за допустимі?
4. Що потрібно додати до мережі щоб вона мала змогу до прогнозування результатів?

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Muller B., Reinhardt J. Neural Networks. An introduction. - Berlin: Springer Verlag, 1991. - 266p.

2. М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко. Штучні нейронні мережі: обчислення // Праці Інституту математики НАН України. – Т50. –Київ: Ін-т математики НАН України, 2004. – 408 с.

3. Нестеренко Б.Б., Новотарський М.А. Асинхронні паралельні обчислення в нейронних структурах.–Київ, 2002.–67с.–(Препр. / НАН України. Ін-т математики; 2002.1).

4. Abbas H.M., Fahmy M.M. Neural model for Karhunen-Loeve transform with application to adaptive image compression // IEE Proceedings-I, 1993.–vol.140, №2.–P.135-143.

5. Amari S., Cichocki A., Yang H.H. A new learning algorithm for blind signal separation // Advances in Neural Information Processing Systems, Touretzki D.S., Mozer M.C., Hasselmo M.E., Eds., MIT Press, 1996.–vol.8.–P.757-763.

6. Нейронні системи та мережі: метод. вказівки до виконання практ. робіт для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології ; Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка ; уклад.: І. О. Фурман, С. О. Тимчук – Харків : [б. в.], 2018.– 28 с.



Навчальне видання

Методичні вказівки  
до виконання практичних робіт з дисципліни  
Нейронні технології штучного інтелекту

**Тимчук** Сергій Олександрович  
**ПАНОВ** Антон Олександрович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.  
Ум. друк. арк. 2,67. Наклад 20 пр.  
ДБТУ  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44