

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни

«Інформаційні системи контролю та діагностики газотурбінних двигунів»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

за темою №6. – Архітектура штучних нейронних мереж

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету внутрішніх
справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник:

*1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки,
викладач-спеціаліст Самохліб Олександр Олександрович*

Рецензенти:

- 1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.*
- 2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.*

План лекції

1. Поняття штучної нейронної мережі.
2. ШНМ прямого поширення.
3. ШНМ зворотного поширення.
4. Повнозв'язні ШНМ.

Рекомендована література:

Основна

1. Нечипоренко О. М. Основи надійності літальних апаратів : навчальний посібник. Київ : НТУУ «КПІ», 2010. 240 с.

Допоміжна

2. Нестеренко О. В., Савенков О. І., Фаловський О. О. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень : навчальний посібник. Київ : Національна академія управління, 2016. 188 с.
3. Вахнюк С.В. Технологія створення програмних та інтелектуальних систем: навчальний посібник. Суми : УАБС НБУ, 2011. 254 с.
4. Шаров С. В., Лубко Д. В., Осадчий В. В. Інтелектуальні інформаційні системи : навчальний посібник. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. 144 с.

Інформаційні ресурси в інтернеті

1. <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/ced9dde2-bace-4fe0-8e5f-8a18fd4da046/content>

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

7.1. Поняття штучної нейромережі

З'єднані між собою нейрони утворюють *штучну нейронну мережу* (ШНМ). Таким чином, ШНМ — пара (N, C) , де N — множина нейронів; C — множина зв'язків. Структура мережі задається у вигляді графа, у якому вершини є нейронами, а ребра являють собою зв'язки (з'єднання).

Кожен нейрон мережі має входні ланцюги, причому їхня кількість є довільною для кожного нейрона.

У загальному випадку ШНМ складається з декількох шарів, серед яких обов'язково є входний, що отримує зовнішні сигнали, вихідний, що відбиває реакцію нейронів на комбінації входних сигналів, і в багатошарових ШНМ — приховані шари (рис. 7.1). Така пошарова організація є аналогом шаруватих структур певних відділів мозку.

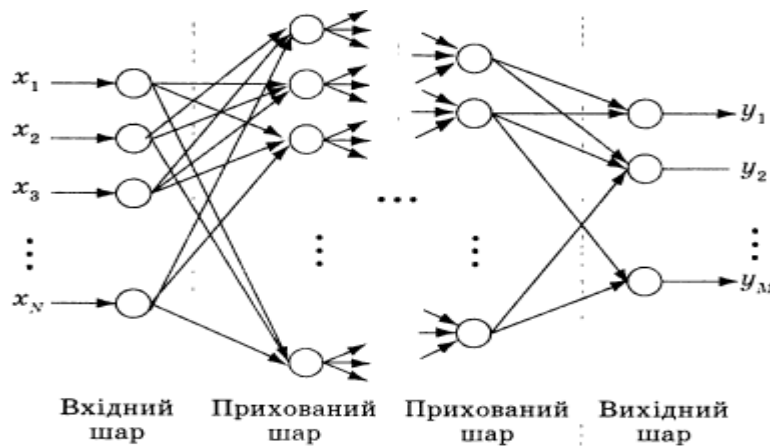


Рис. 7.1. Структура ШНМ

Зв'язки між нейронами задаються у вигляді векторів і матриць. Ваги зручно подавати елементами матриці $W = [w_{ij}]$ розмірності $N \times M$, де N — кількість входів; M — кількість нейронів. Елемент w_{ij} відбиває зв'язок між i -м й j -м нейронами.

При цьому, якщо

$w_{ij} = 0$ — зв'язок між i -м й j -м нейронами відсутній;

$w_{ij} < 0$ — гальмуючий сигнал зв'язок;

$w_{ij} > 0$ — прискорювальний сигнал (збуджувальний) зв'язок.

Залежно від того, чи містять ШНМ зворотні зв'язки, чи ні, розрізняють такі їхні топології:

- ШНМ без зворотних зв'язків (прямого поширення, Feed forward)
- ШНМ зі зворотними зв'язками (зворотного поширення, рекурентні, Feedback)

— з прямими зворотними зв'язками (direct feedback);

— з непрямыми зворотними зв'язками (indirect feedback);

— з латеральними зв'язками (lateral feedback);

— повнозв'язні [1].

7.2. ШНМ прямого поширення

ШНМ прямого поширення припускає наявність декількох шарів зі зв'язками між нейронами різних шарів. У мережах першого порядку існують тільки зв'язки між двомасусідніми шарами, тобто між i -м й $(i+1)$ -м шарами. У цьому випадку говорять, що зв'язки ШНМ пошарові. Приклад такої мережі зображено на рис. 6.10. Якщо в мережі цього типу кожен нейрон шару i пов'язаний з кожним нейроном $(i+1)$ -го шару, мережа називається повнозв'язною прямого поширення.

У мережах другого порядку поряд із зв'язками між нейронами сусідніх i -го й $(i+1)$ -го шарів присутні зв'язки між нейронами шарів i -го й $(i+l)$ -го, де $l > 1$. Такий зв'язок називається “shortcut”. Приклад такої ШНМ наведено на рис. 7.2.

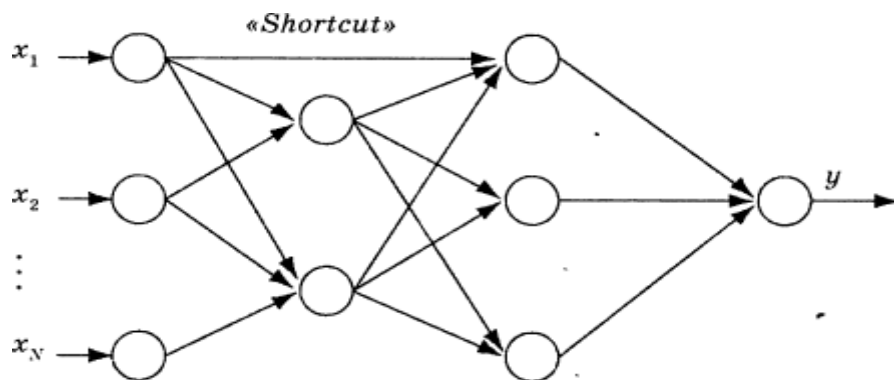


Рис. 7.2. ШНМ прямого поширення другого порядку

Зазначимо, що для мереж прямого поширення матриця зв'язків W є верхньою трикутною матрицею.

7.3. ШНМ зворотного поширення

Мережі цього типу припускають наявність зворотних зв'язків як між нейронами різних шарів, так і між нейронами одного шару. Використання мереж зі зворотними зв'язками необхідне у процесі вивчення складних динамічних об'єктів, наприклад об'єктів, що змінюють свій стан при надходженні нових вхідних сигналів. Такі ШНМ можуть мати властивості, подібні до короткочасної людської пам'яті.

У ШНМ із прямими зворотними зв'язками (рис. 7.3) на вхід нейрона деякого i -го шару подається його вихідний сигнал, тобто даний нейрон підсилює або послаблює сигнал, перетворений його активаційною функцією, завдяки чому досягається його граничний активаційний стан.

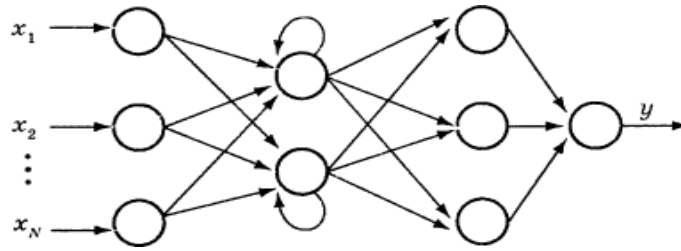


Рис. 7.3. ШНМ із прямими зворотними зв'язками

У ШНМ із непрямыми зворотними зв'язками існують зв'язки нейрона i -го шару з нейронами $(i-k)$ -го шару $k > 0$. При цьому одночасно можуть бути прямі зв'язки цього ж нейрона з нейроном $(i+l)$ -го шару ($l > 0$). Введення таких зворотних зв'язків необхідно, щоб виділити певну особливо важливу для даної ШНМ область вхідних сигналів (рис. 7.4).

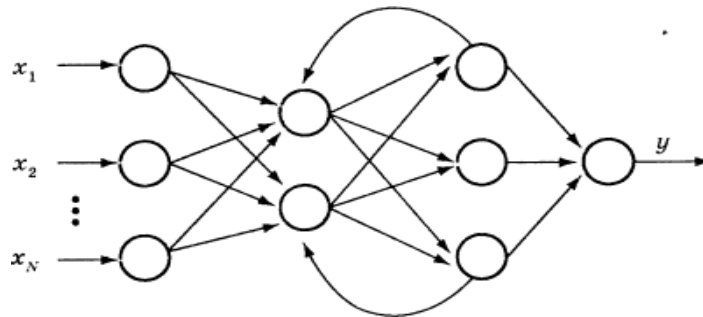


Рис. 7.4. ШНМ із непрямыми зворотними зв'язками

ШНМ із латеральними зв'язками має зв'язки між нейронами одного шару (рис. 7.5). Такий тип зворотних зв'язків використовується у тому випадку, якщо тільки один нейрон з даної групи нейронів має бути активним. У цьому випадку на вхід кожного нейрона надходять гальмуючий (послаблюючий, інгібіторний) сигнал від інших нейронів і звичайно збуджувальний (посилуючий, ексіторний) сигнал власного зворотного зв'язку. Нейрон із найбільшою активністю (переможець) придушує інші нейрони. Тому цю топологію називають також топологією мережі «переможець отримує все» (WTA-Net).

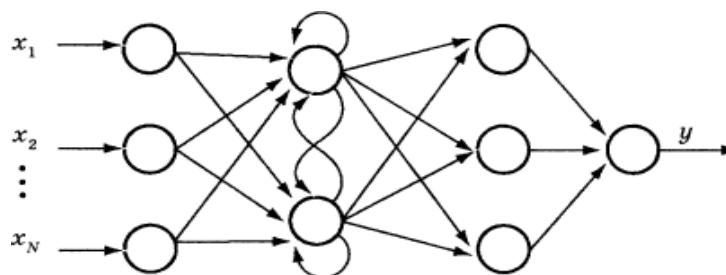


Рис. 7.5. ШНМ із латеральними зв'язками

7.3.1. Повнозв'язні ШНМ

Повнозв'язні ШНМ характеризуються наявністю зв'язків між усіма нейронами мережі(рис. 7.6). Цей вид топології відомий також як мережа Хопфілда.

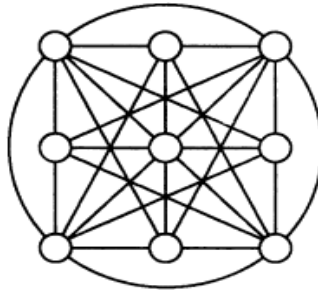


Рис. 7.6. Повнозв'язна ШНМ