

# *МЕТОДИ АДАПТИВНОГО ПРОЕКТУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРЯМОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ З КАСКАДНОЮ АРХІТЕКТУРОЮ*

Дніпропетровський національний університет.  
Факультет прикладної математики.

Додатко О.В. керівник: доц. к. ф.-м. н. Кузнєцов К. А

---

---

# Методи побудови нейронних мереж

## Традиційні

- Мережі складаються з шарів нейронів
- Архітектуру визначає дослідник проблеми
- Багато алгоритмів навчання

## Автоматичні

- Поділ на шари нейронів менш строгий
- Архітектура визначається самою мережею у процесі навчання

# Автоматичні методи

Автоматичні методи

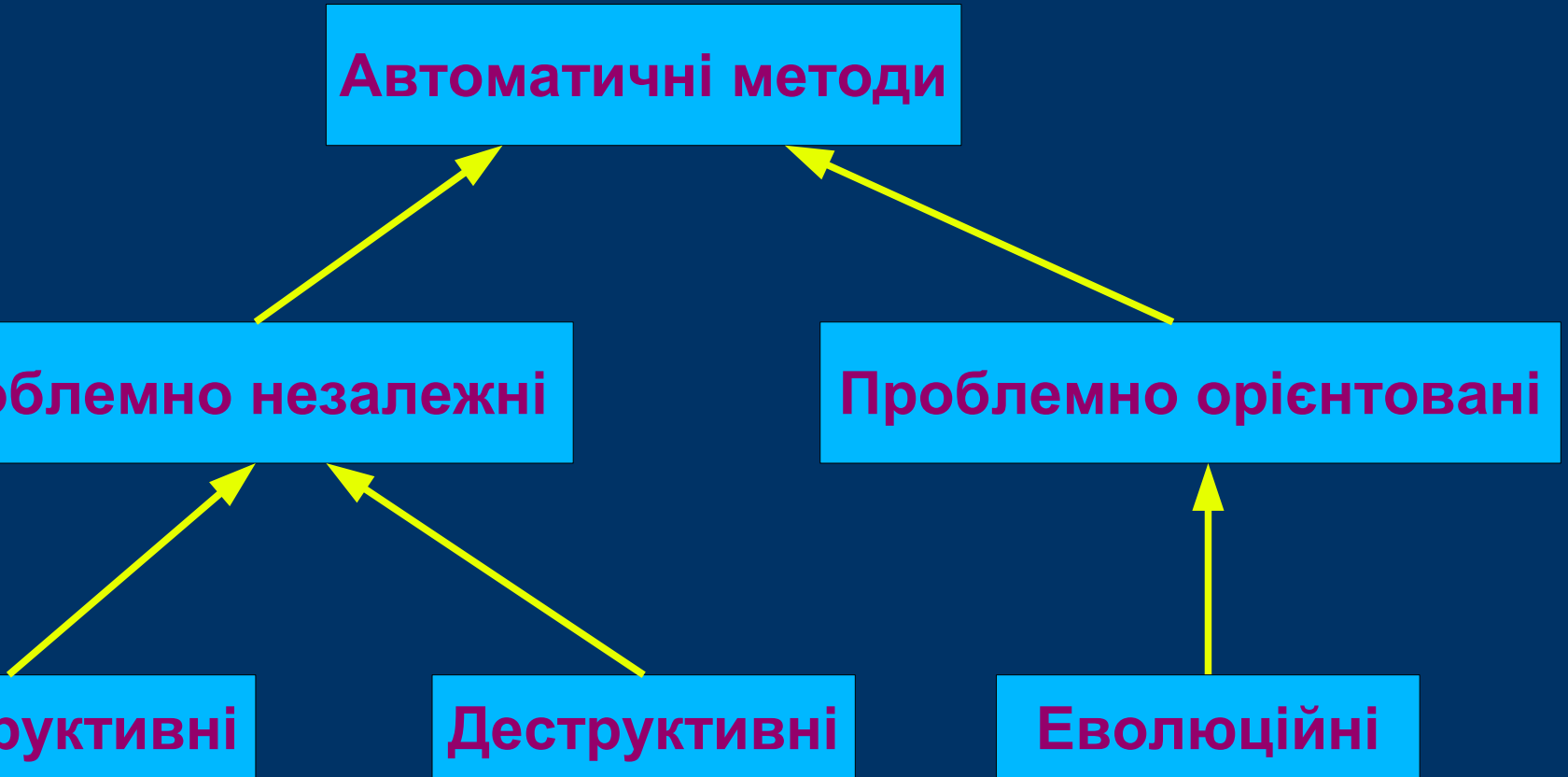
Проблемно незалежні

Проблемно орієнтовані

Конструктивні

Деструктивні

Еволюційні



# *Схеми кодування архітектури*

## Схема-план

- Повністю описує архітектуру
- Велика кількість параметрів
- Проста у використанні.

## Схема-рецепт

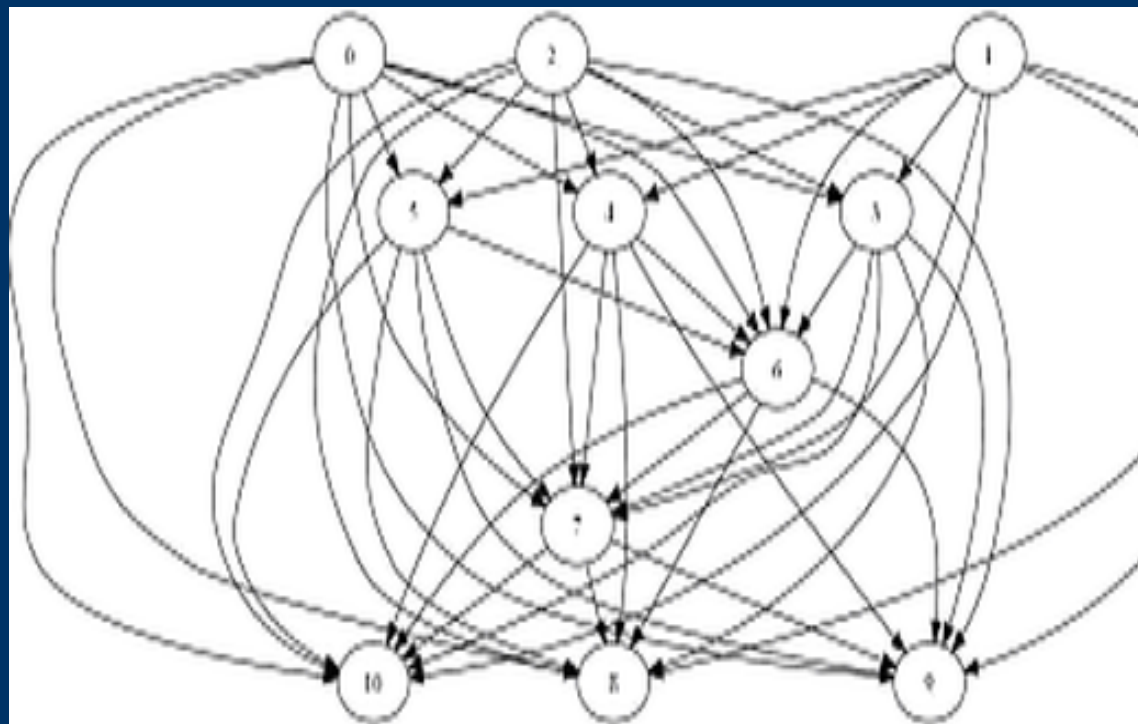
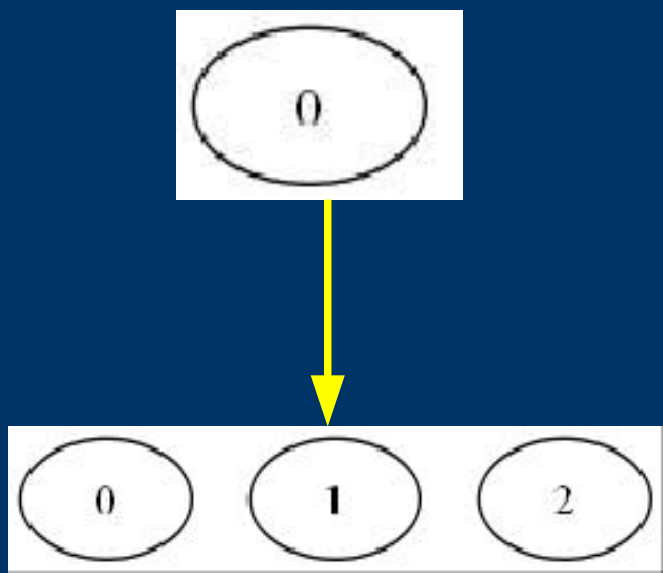
- Описує правила побудови архітектури
- Невелика кількість параметрів
- Придатна до мутації

# Застосування еволюційних алгоритмів

Генетичні алгоритми	Підбір архітектури мережі
Індивід	L-система
Хромосома	Правило L-системи, Аксіома L-системи
Міра пристосовуваності	Помилка на виході мережі (SSE)
Схрещування (Cross-over operator)	Не застосовано (N/A)
Оператор мутації (Mutation operator)	Заміна вершини на <ul style="list-style-type: none"><li>•шар нейронів</li><li>•бінарне дерево</li><li>•каскад</li></ul>

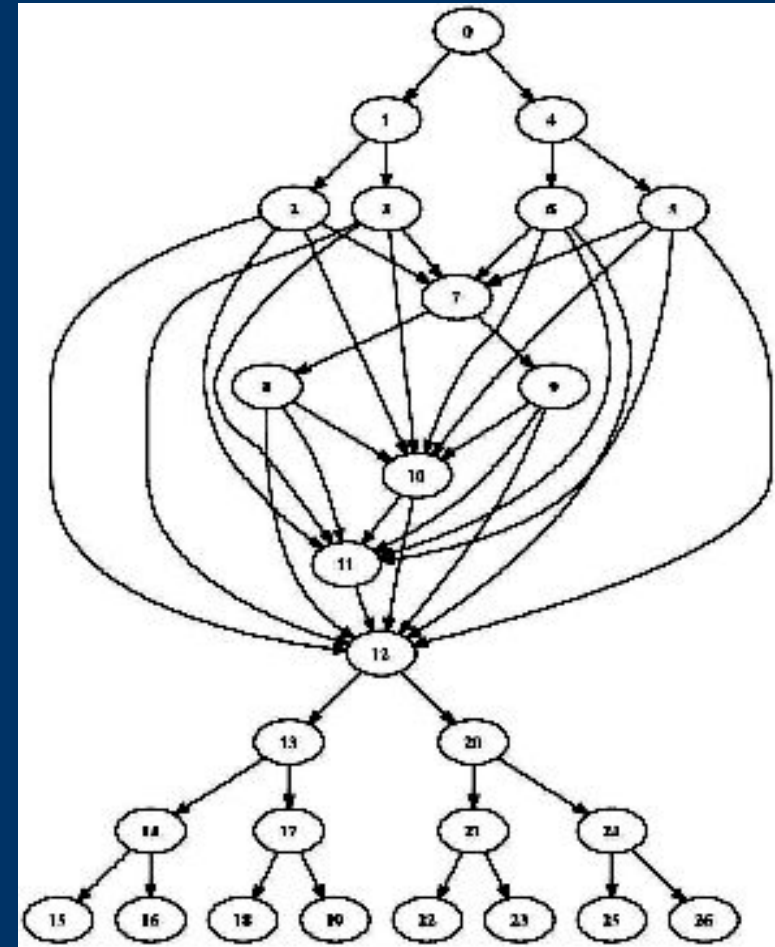
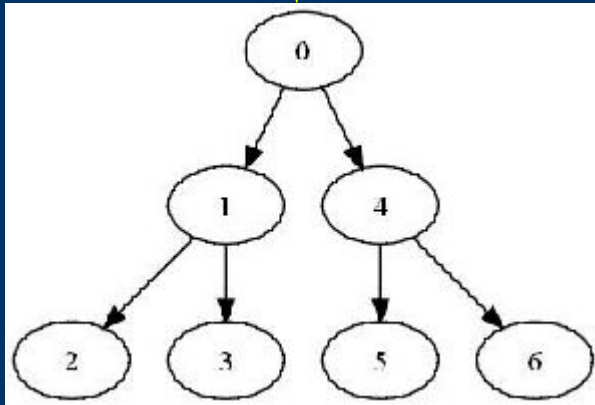
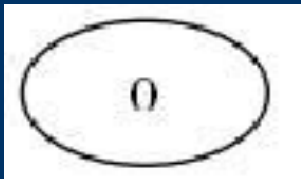
# Заміна вершини на шар нейронів

`_b` → `[_x1:io_x2:io_xN:io]`



# Заміна вершини на дерево

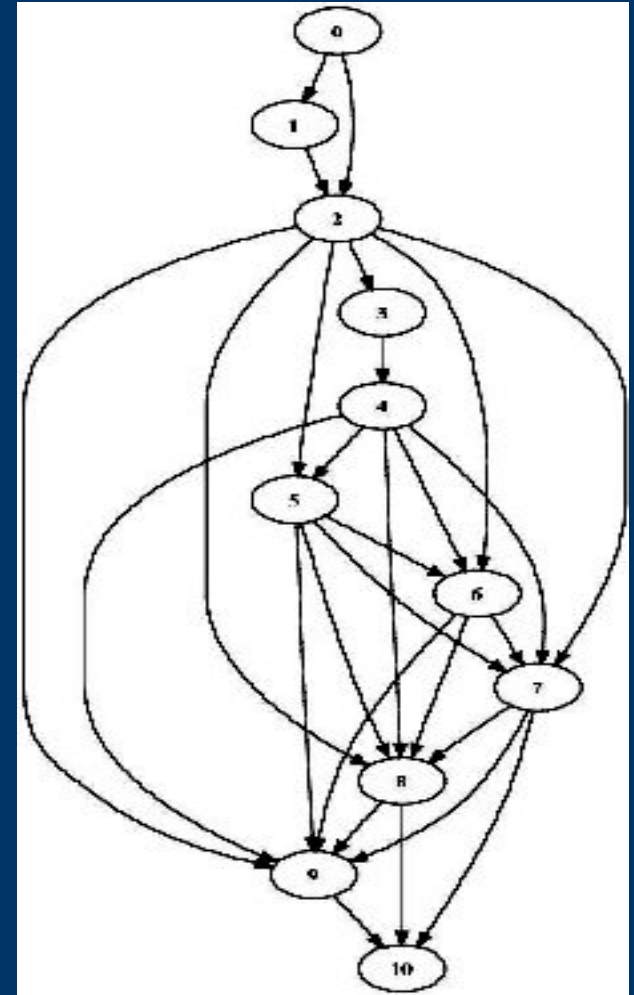
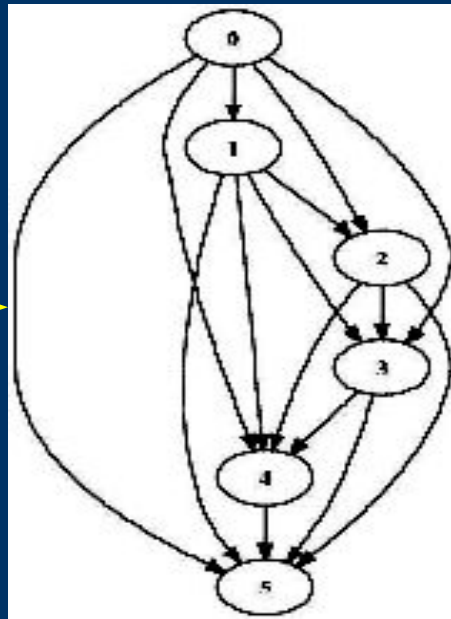
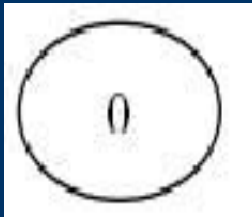
**\_b**  $\longrightarrow$  **[\_x:i+1+2\_b:o\_b:o]**



# Заміна вершини на каскад

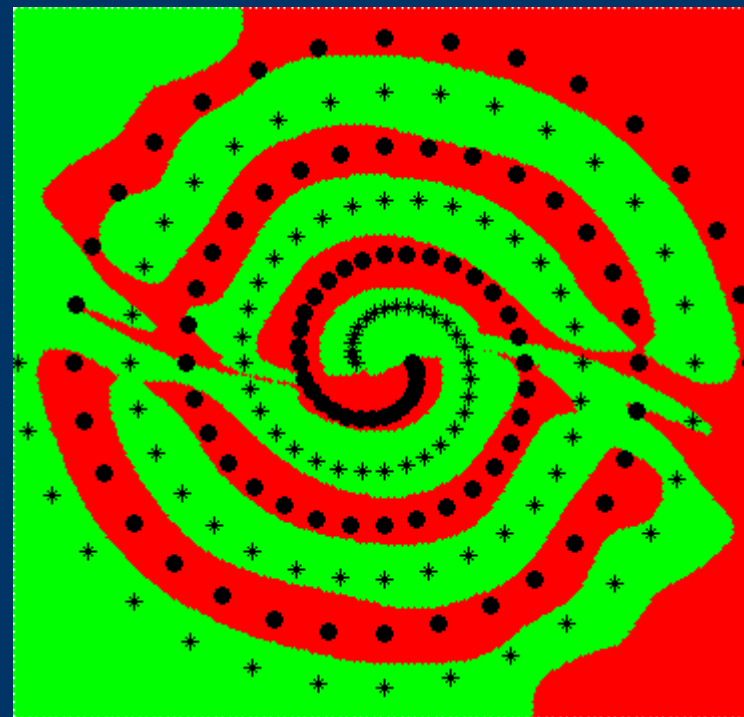
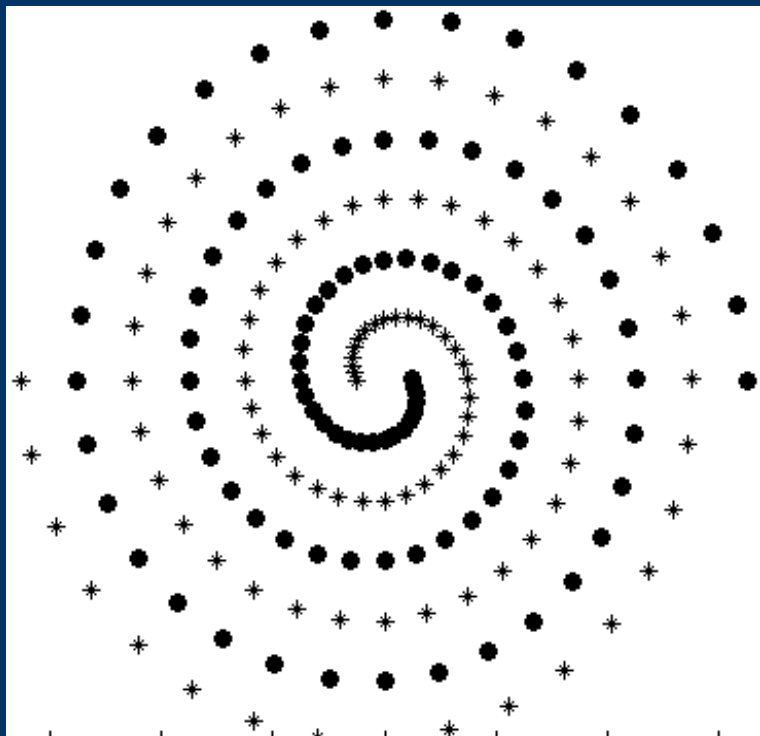
$\_b \longrightarrow [\_x:io]:i+1\_y:o]$

$\_x \longrightarrow \_y:io+1[\_x:io]:io]$



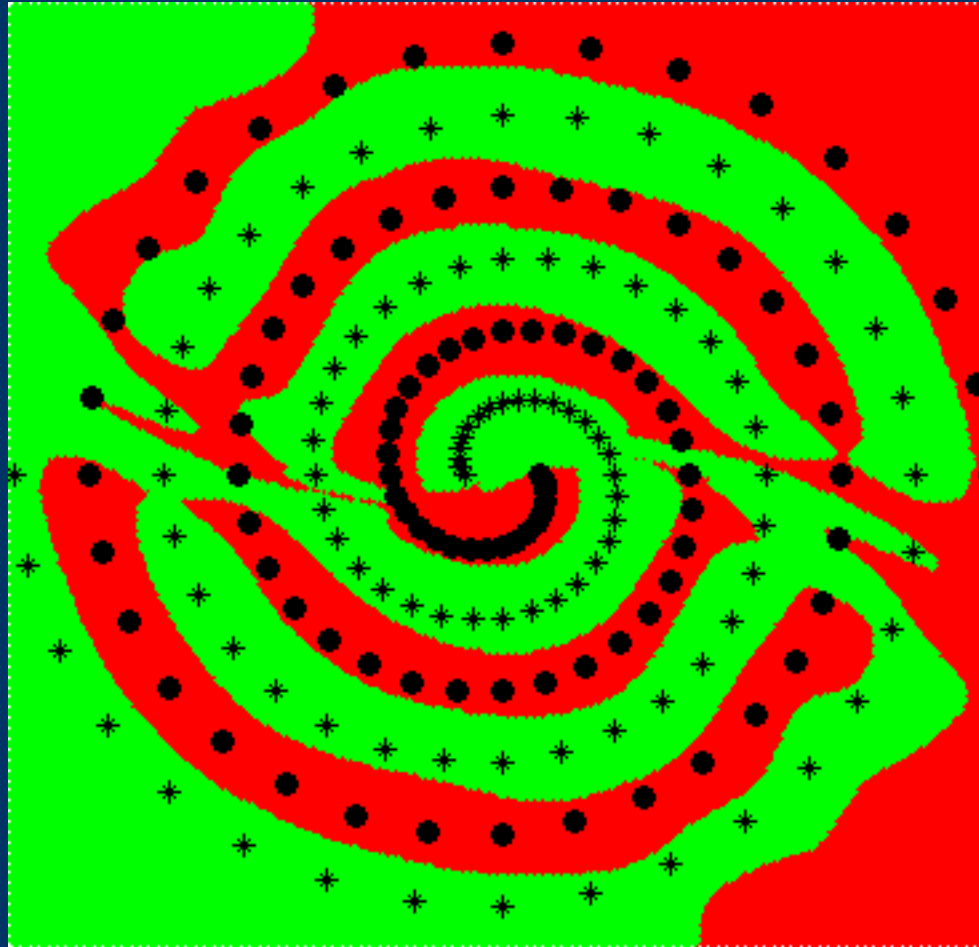


# Задача “Two Spirals”

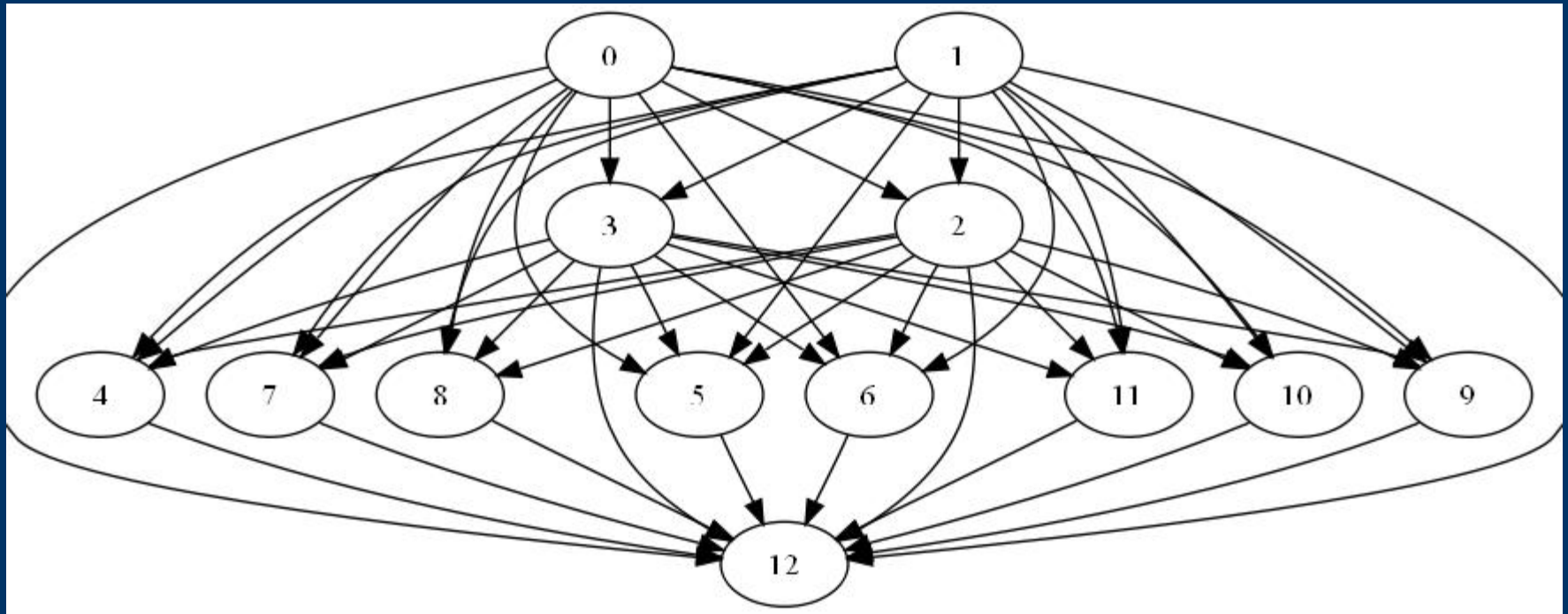


# *Matlab neural toolbox :*

## *Каскадна мережа*



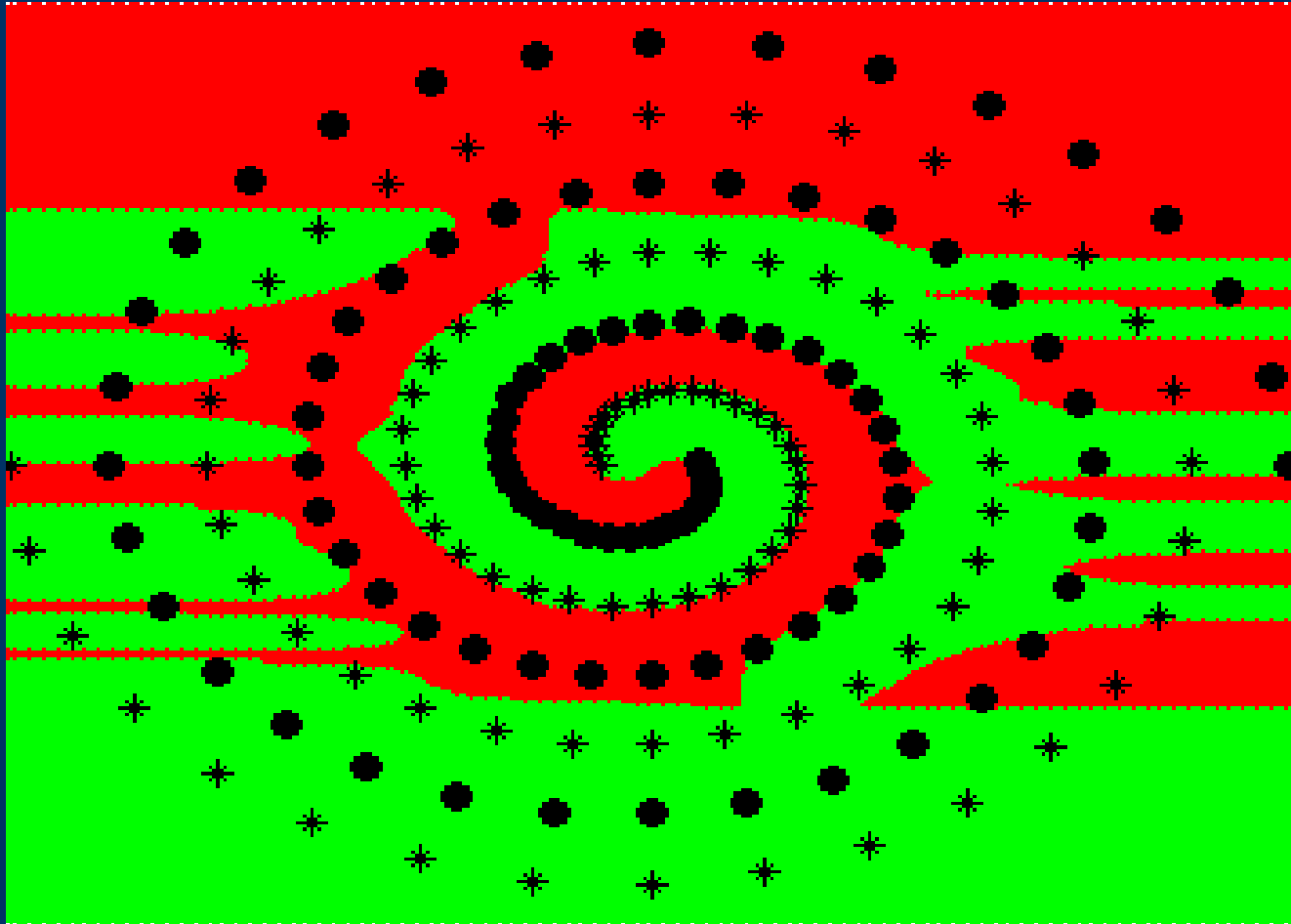
# Каскадна мережа із шарами різного розміру (архітектура)



# *Каскадна мережа із шарами різного розміру (результат)*



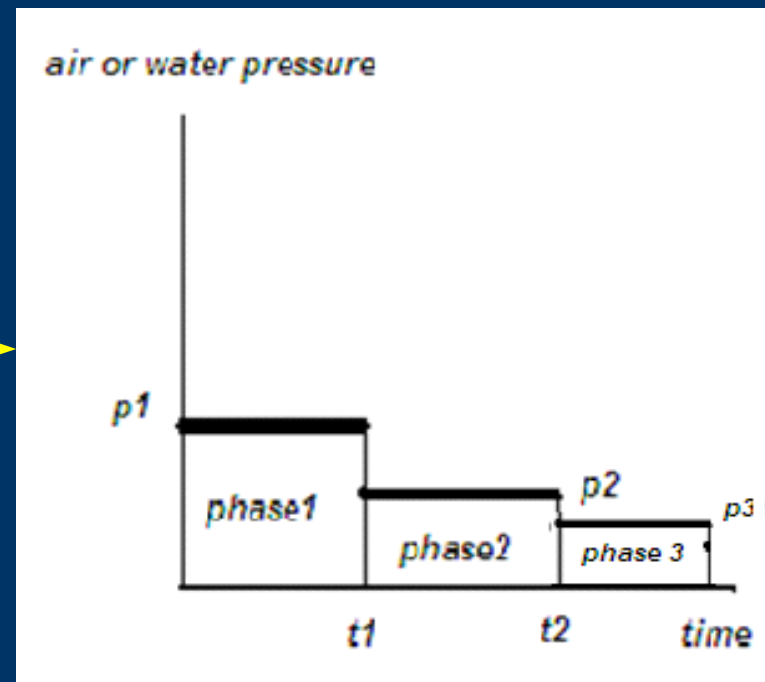
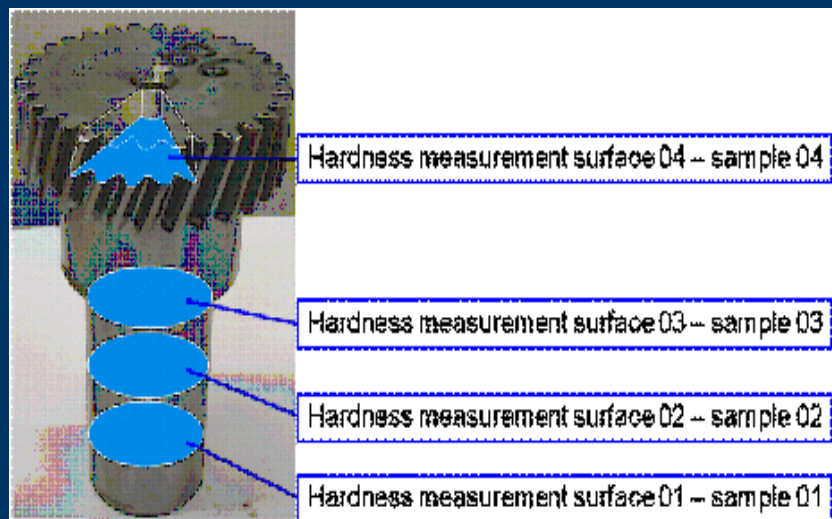
# Автоматичний підбір архітектури



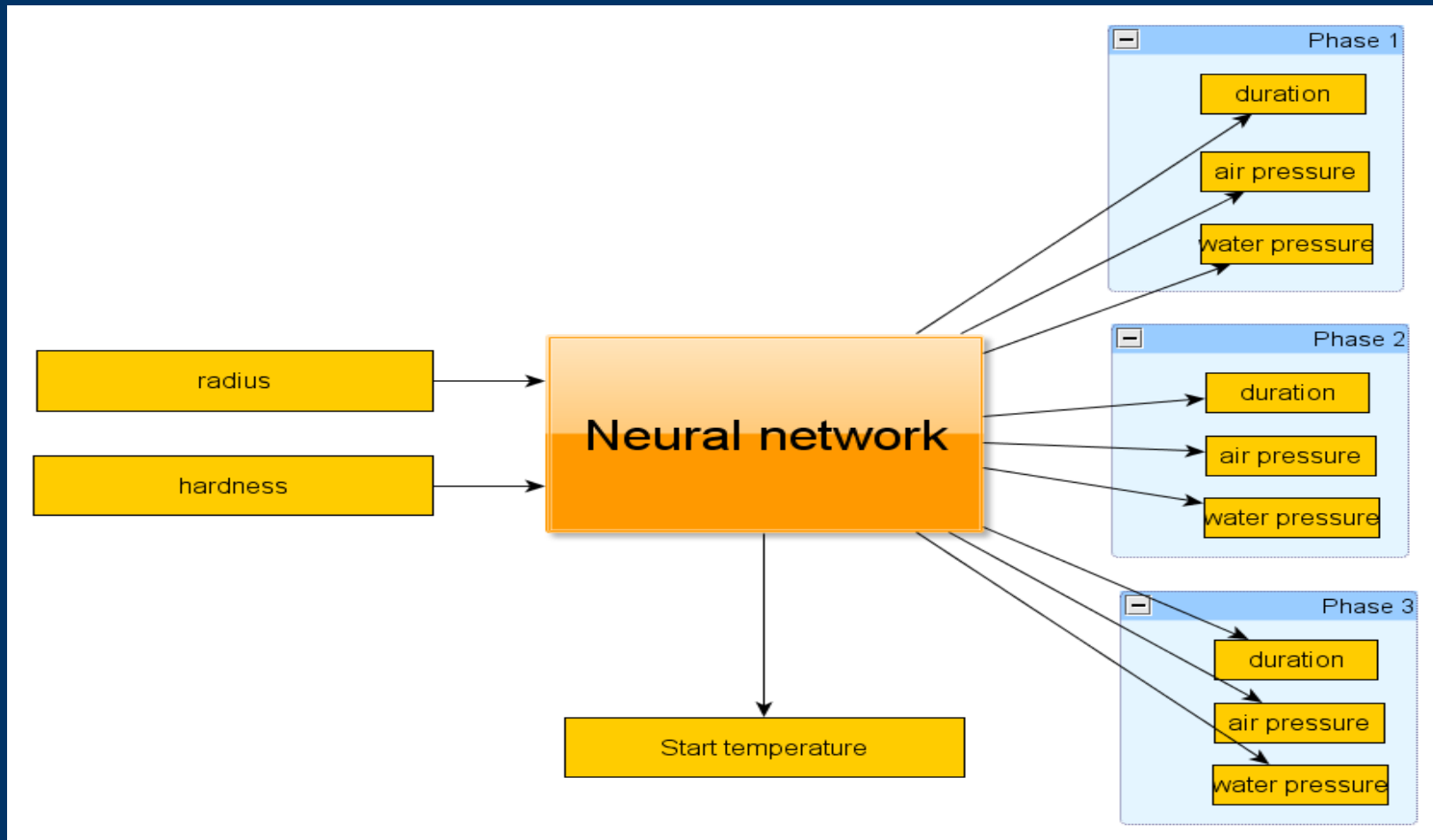
# Порівняння результатів “Two spiral problem”

Мережа	Кількість нейронів	Помилка навчання (MSE)	Кількість спроб мутації
Каскадна архітектура	16	0.000001	N/A
Архітектура 2-2-8-1	13	0.058941	N/A
Автоматична архітектура	20	0.103743	34

# Задача “detail hardness problem”

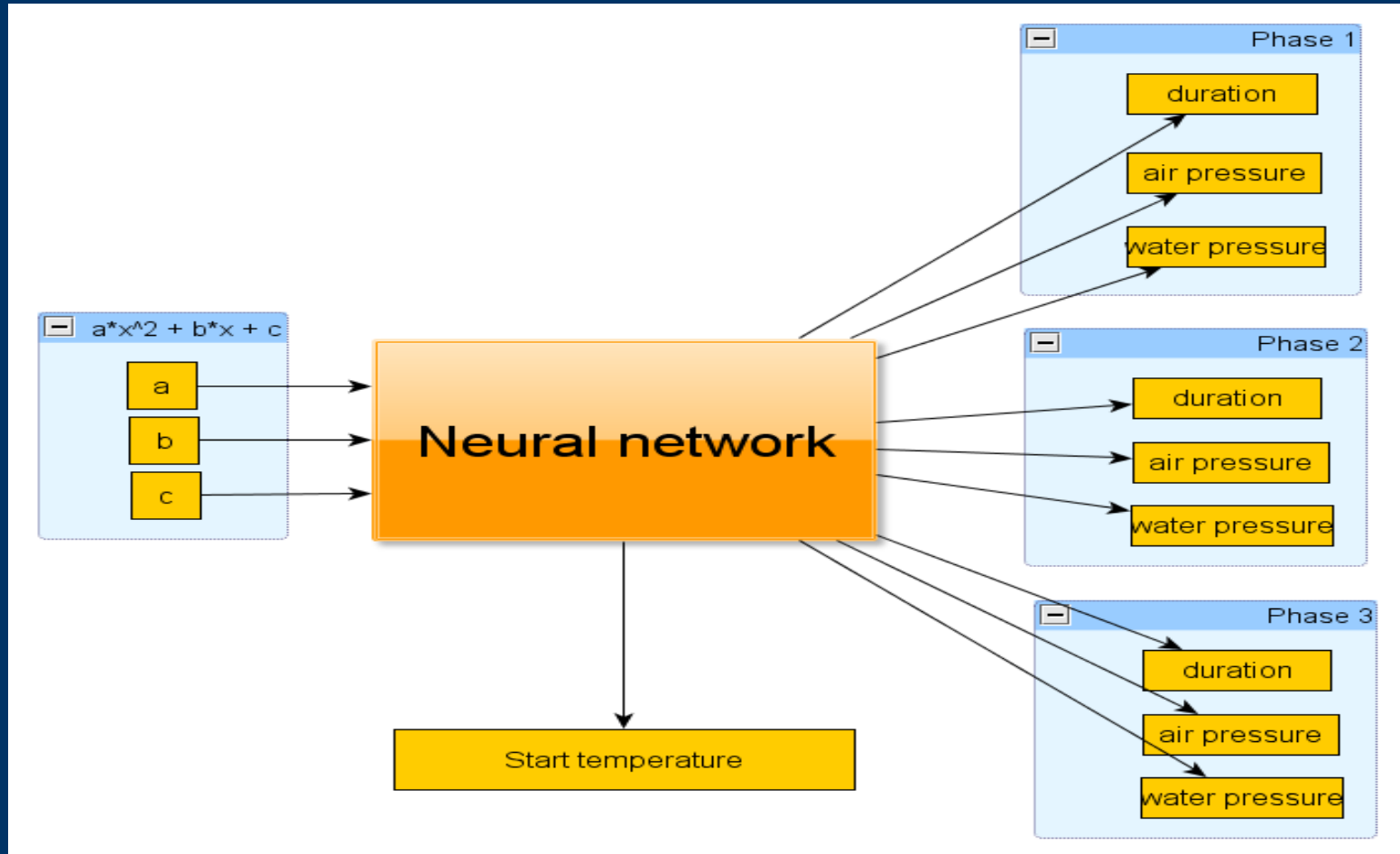


# Представлення радіус-твердість

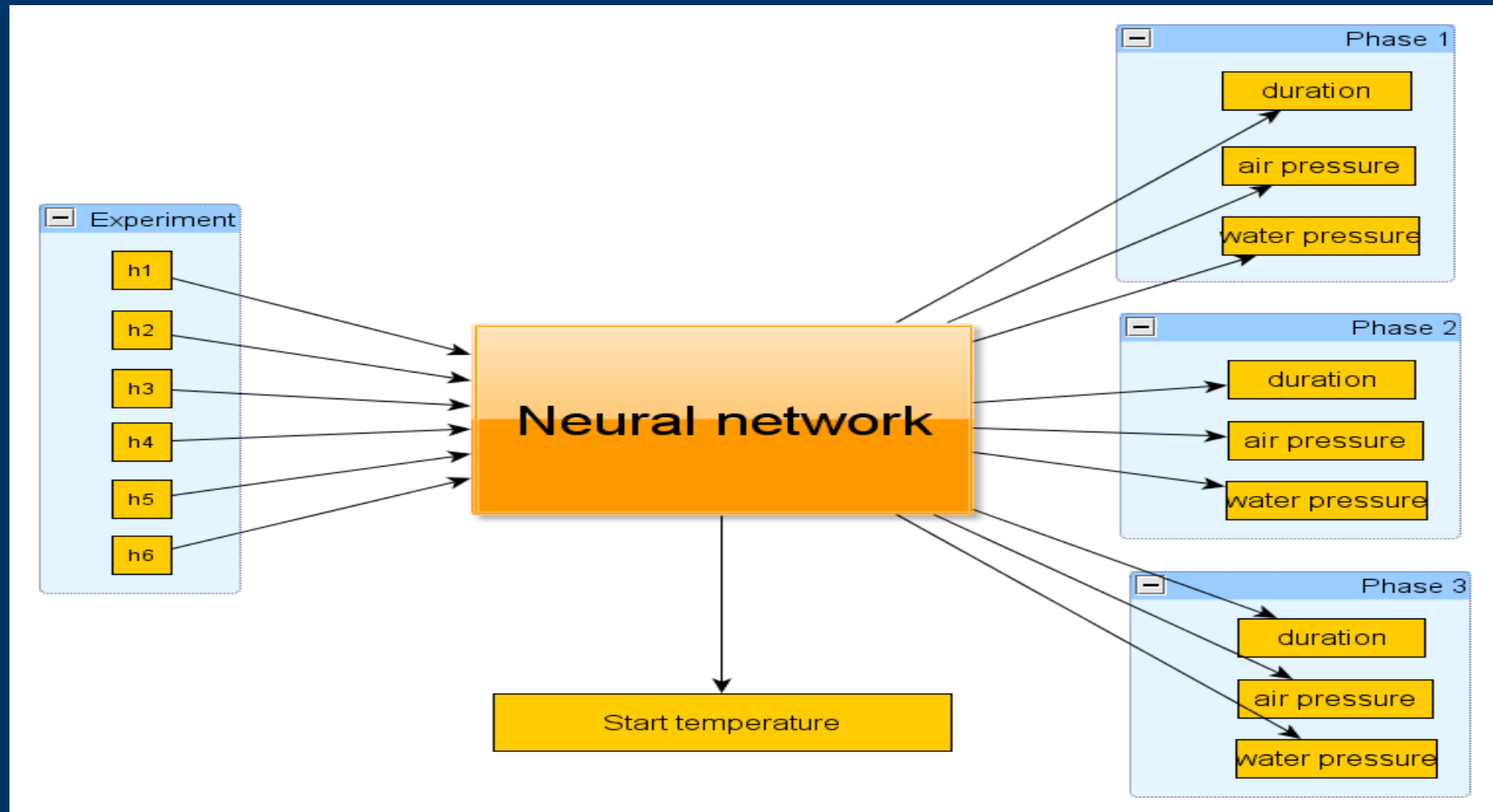




# Представлення “коефіцієнти параболі”



# Представлення “цілий експеримент”



# Результати навчання – умовні позначення

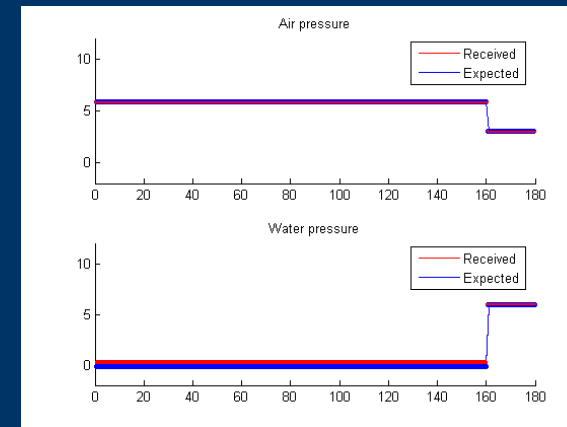
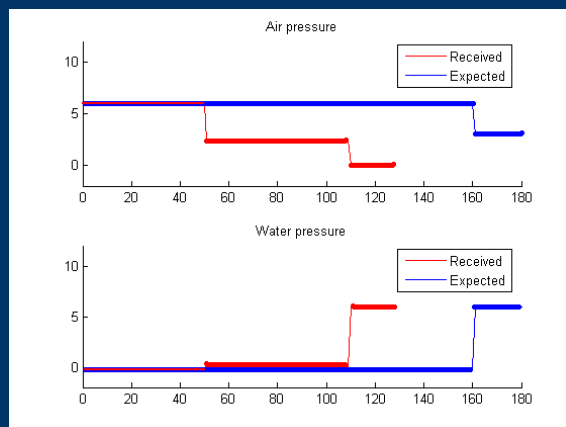
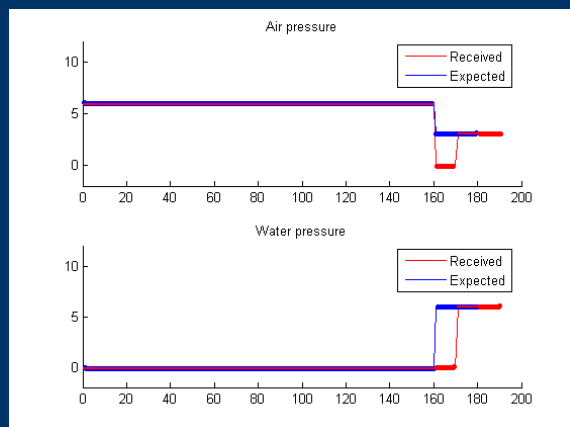
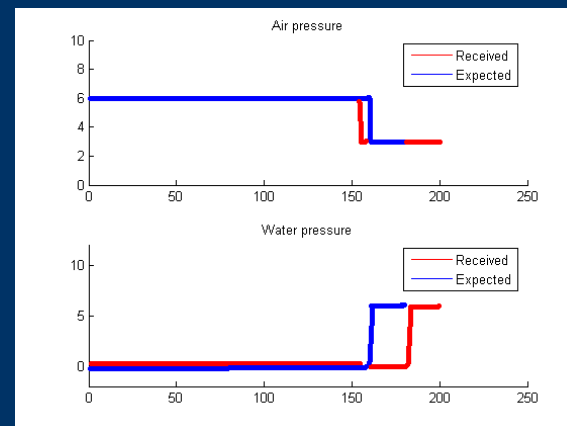
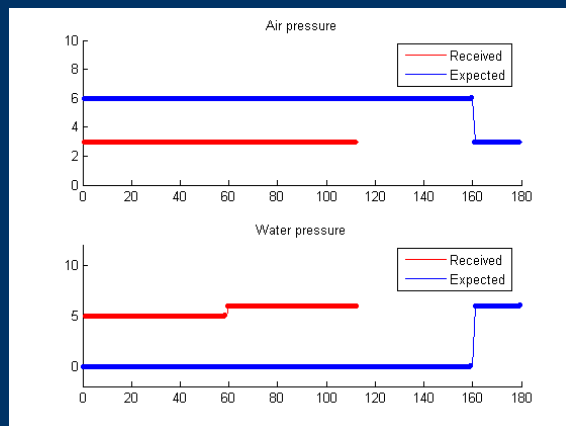
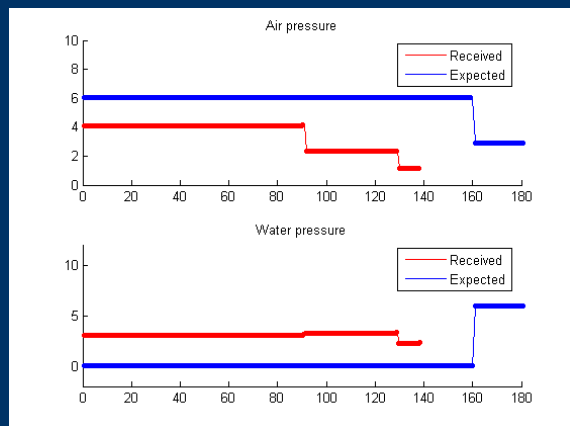
Позначення	Пояснення	Архітектура мережі
1iaa	Представлення «радіус-твердість», автоматичний підбір, нетиповий експеримент.	Auto
2ian	Представлення «радіус-твердість», автоматичний підбір, типовий експеримент.	Auto
3ifa	Представлення «радіус-твердість», статична fnn мережа, нетиповий експеримент.	2-30-10
4ifn	Представлення «радіус-твердість», статична fnn мережа, типовий експеримент.	2-60-10
5раа	Представлення «коефіцієнти параболи», автоматичний підбір, нетиповий експеримент.	Auto
6ран	Представлення «коефіцієнти параболи», автоматичний підбір, типовий експеримент.	Auto

# Результати навчання – умовні позначення (продовження)

Позначення	Пояснення	Архітектура мережі
7rfa	Представлення «коефіцієнти параболи», статична fnn мережа, нетиповий експеримент.	3-50-10
8rfn	Представлення «коефіцієнти параболи», статична fnn мережа, типовий експеримент.	3-50-10
9waa	Представлення «цілий експеримент», автоматичний підбір, нетиповий експеримент.	Auto
10wan	Представлення «цілий експеримент», автоматичний підбір, типовий експеримент.	Auto
11wfa	Представлення «цілий експеримент», статична fnn мережа, нетиповий експеримент.	6-20-10
12wfn	Представлення «цілий експеримент», статична fnn мережа, типовий експеримент.	6-20-10

# Нетиповий експеримент

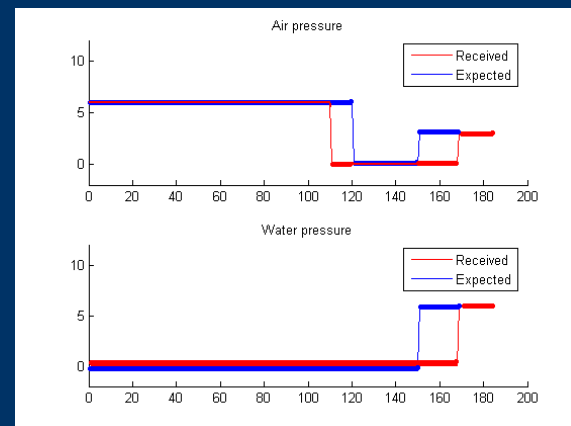
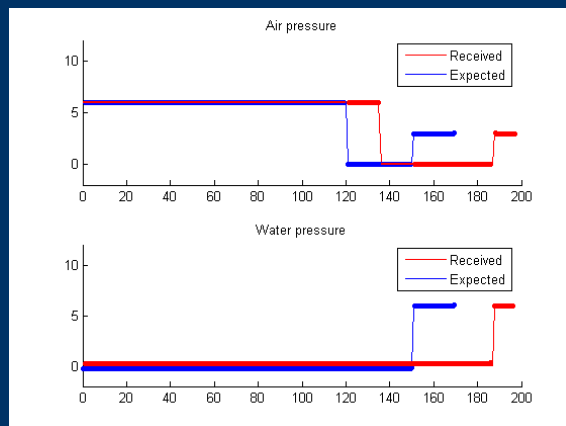
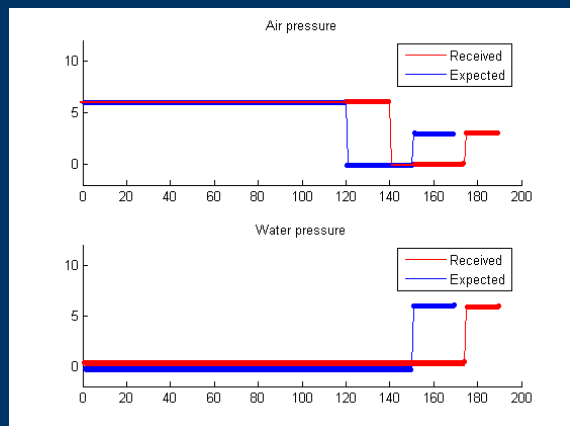
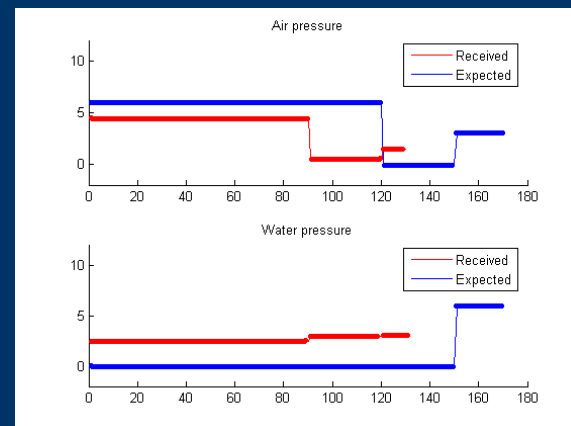
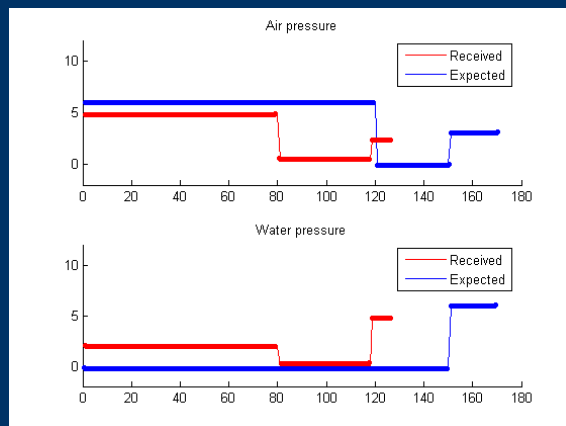
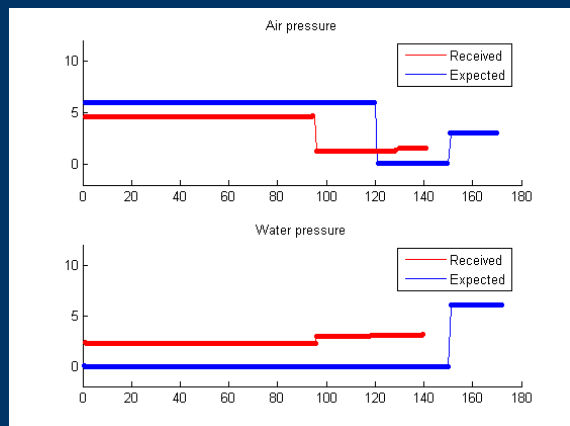
Найкращий результат



# Результати навчання - нетиповий експеримент

Id	Поми лка  Навч ання	Поми лка екза мену	Тис к  пові тря	Тис к вод и	Трива лість Фази	Тис к  пові тря	Тиск води	Трив аліст ь Фази	Тис к  Пов ітря	Тис к вод и	Трив аліст ь фази	Початк ова темпер атура
	N/A	N/A	6	0	160	3	6	20	0	0	0	850
1laa	0,72	0,89	4,16	3,05	91,09	2,31	3,17	38,14	1,16	2,34	9,96	900,7
3lfa	0,54	2,41	6	0	160	0	0	10	3	6	20	955
5paa	0,005	1,2	3	5	59,99	3	6	54,93	0	0	0	855
7pfa	0,12	2,104	6	0	50,123	2,47	0,015	59,99	0	5,99	19,83	955
9waa	0,03	2,01	6,	0	154,83	2,99	0	28,88	3,	6,	19,99	955
11wfa	0,86	1,22	6	0	160	3	6	10,1	0	6	0	955

# Типовий експеримент



# Результати навчання – типовий експеримент

Id	Помилка навчання	Помилка екзамєну	Тиск повітря	Тиск води	Тривалість фази	Тиск повітря	Тиск води	Тривалість фази	Тиск Повітря	Тиск води	Тривалість фази	Початкова температура
	N/A	N/A	6	0	120	0	0	30	3	6	20	950
2lan	0,64	1,092	4,56	2,39	95,29	1,26	3,02	34,35	1,51	3,02	11,33	902,4
4lfn	0,14	0,195	6	0	140,2	0	0	34,37	3	6	16,75	955
6pan	0	0,346	4,81	1,98	80,86	0,49	0	38,38	2,39	4,79	9,32	951
8pfn	0,04	0,359	5,99	0	135,7	0,05	0	52,22	2,99	5,98	10,03	955
10wan	0,06	1,545	4,5	2,5	90	0,51	2,9	30,2	1,5	3	10,3	904,9
12wfn	0	0,242	5,99	0,005	110,5	0	0	58,76	3	5,99	17,97	954,3



# Результати

- Отримано новий спосіб кодування довільної ациклічної архітектури нейронної мережі
  - Застосовано алгоритм LMA з Matlab Neural Toolbox для їхнього навчання таких мереж
  - Розроблено інструмент для автоматичного підбору архітектури мережі.
  - Проведено серію експериментів для порівняння ефективності запропонованого підходу із традиційними методами
  - Знайдено розв'язки задачі “Two Spiral problem” та металургійної задачі
-

# Висновки

- Matlab neural toolbox містить засоби для навчання мереж із довільною ациклічною архітектурою
  - Якість навчання залежить від архітектури більше ніж від кількості нейронів
  - Запропонований підхід показав порівнювані із традиційним результати на типовій задачі
  - На реальній задачі традиційні методи показали кращі результати
  - Однак, порівнювана із fnn якість навчання в одному з експериментів свідчить про перспективність запропонованої методики.
- 
-