

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ  
ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»**  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 123 – «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»  
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

КРЕМЕНЧУК 2018

Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Дослідження та аналіз комп'ютерних систем штучного інтелекту» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія» освітнього ступеня «Магістр»

Укладачі: к. т. н., доц. П. П. Костенко,  
ст. викл. А. Л. Юдіна

Рецензент к. т. н., доц. В. М. Сидоренко

Кафедра комп'ютерних та інформаційних систем

Затверджено методичною радою КрНУ імені Михайла Остроградського  
Протокол № \_\_від\_\_\_\_ 2018 р.

Голова методичної ради \_\_\_\_\_ проф. В. В. Костін

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Теми і погодинний розклад лекцій і самостійної роботи.....	5
2. Завдання до самостійної роботи.....	6
3 Критерії оцінювання якості виконання самостійної роботи студентами....	18
Список літератури.....	19

## ВСТУП

Методичні вказівки складено на базі робочої навчальної програми з дисципліни «Дослідження та аналіз комп'ютерних систем штучного інтелекту» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія» освітнього ступеня «Магістр»

Виконання самостійної роботи дозволяє поглибити теоретичні знання та закріпити практичні навички, отримані студентами під час вивчення навчальної дисципліни «Дослідження та аналіз комп'ютерних систем штучного інтелекту», а також показати вміння студентів самостійно працювати з додатковим матеріалом щодо побудови та використання систем штучного інтелекту.

**Місце** навчальної дисципліни у навчальному процесі: дисципліна базується на знаннях з навчальних дисциплін «Технології проектування комп'ютерних систем», «Комп'ютерні системи», «Програмування», «Організація баз даних», «Системи керування базами даних» та ін.

**Мета дисципліни** – вивчення основних методів та інструментів систем штучного інтелекту, набуття навичок їх використання для розв'язання прикладних задач, вивчення сучасних методів дослідження та аналізу роботи систем штучного інтелекту та їх ефективності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** тенденції розвитку науки і техніки в галузі комп'ютерної інженерії та систем штучного інтелекту; способи представлення знань і методи пошуку, структуру експертних систем і методи їх розробки, аналізу та дослідження, основні методи, що використовуються під час створення, аналізу та досліджень штучних нейронних мереж, методи проектування експертних систем;

**вміти:** використовувати основні методи подання і розв'язання інтелектуальних задач, орієнтуватися в різноманітних методах розробки експертних систем та нейронних мереж, використовувати наявні методи їх аналізу та дослідження, розробляти алгоритми функціонування експертних систем, розробляти типові процедури штучного інтелекту.

# 1. ТЕМИ І ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	денна форма			
	усього	у тому числі		
л		лаб	с.р.	
1	2	3	5	7
<b>Змістовний модуль 1. Загальна характеристика систем штучного інтелекту. Моделі представлення знань</b>				
Тема 1. Поняття про системи ШІ. Основні концепції та напрямки розвитку. Технології чорної скриньки та нейротехнології.*	14	2	2	4
Тема 2. Моделі подання знань. Основні поняття про способи подання знань. Поняття семантичної мережі, фрейму, продукції.*	16	4	4	6
Тема 3. Нечітка логіка. Базові поняття. Фаззифікація і дефаззифікація. Функція належності. Лінгвістична змінна. Нечіткі правила.*	10	4	2	6
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
<b>Змістовний модуль 2. Основні типи систем штучного інтелекту</b>				
Тема 4. Експертні системи. Структура, функції, дослідження. Основні елементи ЕС і їх взаємодія. Предметна область. Способи накопичення й формалізації знань. Методи підвищення ефективності роботи ЕС. Побудова процедур логічного висновку. Оболонки ЕС. Методи досліджень і аналізу ЕС*.	16	4	8	12
Тема 5. Системи обробки природної мови. Загальна постановка задачі. Лексичний та синтаксичний аналіз. Структура процесора ПМ. ЕС на базі процесора природної мови.*	18	4	6	10
Тема 6. Нейронні мережі. Біологічний прототип. Формальний нейрон. Види нейронних мереж, їх призначення та застосування. Способи навчання НМ. Дельта-правило. Алгоритм ЗРП. Методи навчання без вчителя. Використання НМ для розпізнавання зображень*.	10	6	8	12
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>44</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>34</b>
<b>ІНДЗ</b>				<b>50</b>
<b>Семестровий контроль</b>				<b>6</b>

## 2. ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

**Тема.** Використання програмних засобів навчання нейронних мереж.

**Мета:** набуття практичних навичок визначення параметрів нейронних мереж та їх дослідження в середовищі нейрорегулятора NEURAL NETWORK WIZARD.

### Короткі теоретичні відомості

Neural Network Wizard 1.7 – це програмний емулятор нейрокомп'ютера. У Neural Network Wizard реалізовано багат шарову нейронну мережу, що навчається за алгоритмом зворотного поширення похибки (back propagation). Програма може застосовуватися для аналізу інформації, побудови моделей процесів і прогнозування. Для роботи із системою необхідно здійснити такі операції:

- Зібрати статистику по процесу.
- Навчити нейромережу на приведених даних.
- Перевірити отримані результати.

Під час навчання нейромережа самостійно підбирає значення коефіцієнтів і будує таку модель, що найточніше відбиває процес дослідження.

### Підготовка вхідних даних

Дані для навчання мережі мають бути сформовані в текстовому файлі з розділювачами (Tab чи пробіл). Кількість прикладів має бути досить великою і вибірка має бути репрезентативною. Крім того, потрібно забезпечити, щоб дані були не суперечливі. Вся інформація має бути подана в числовому вигляді. Це стосується всіх даних. Якщо інформація подається в текстовому вигляді, то необхідно застосувати певний метод, щоб перевести текстову інформацію в числову. Висока якість отриманих результатів досягається, якщо взяти передобробку даних. Якщо текстову інформацію можна ранжувати, то необхідно це враховувати. Наприклад, якщо ви кодуєте інформацію про міста, то можна ранжувати за чисельністю населення й задати відповідне кодування:

Київ = 1, Львів = 2, і т. д. Якщо ж дані не можна впорядкувати, то можна задати їм довільні номери. Узагалі, краще під час кодування вхідної інформації збільшувати відстань між об'єктами (Київ = 1, Львів = 11) і визначати результат за відстанню між значенням, отриманим з нейромережі та кодом об'єкта. До підготовки даних для нейромережі потрібно підходити дуже серйозно. Від цього залежить 90 % успіху.

### **Особливості навчання нейромережі**

У навчанні нейромережі потрібно врахувати кілька чинників:

1. Якщо подавати на вхід суперечливі дані, то мережа може взагалі ніколи нічому не навчитися. Вона не зможе зрозуміти, чому в одному випадку  $2+2=4$ , а в другому  $2+2=5$ . Від суперечливих даних у навчальній і тестовій вибірці необхідно позбутися.

2. Кількість зв'язків між нейронами має бути меншою, ніж кількість прикладів у навчальній вибірці, інакше мережа не навчиться, а «запам'ятає» всі приведені приклади.

3. Якщо занадто довго навчати мережу, то вона може «перенавчитися». Необхідно визначати момент, коли процес буде вважатися завершеним.

Немає чітких правил, як потрібно навчати нейромережу, щоб отримати найкращий результат. Для підбору найкращих параметрів навчання можна використовувати, наприклад, генетичні алгоритми.

### **Робота із системою**

#### **Крок 1. Відкрийте базу даних**

Виберіть файл з навчальною вибіркою Інформація, що міститься в цьому файлі, використовується для навчання нейромережі. Можна відкрити txt-файл для навчання, або nnw-файл – навчену нейромережу.

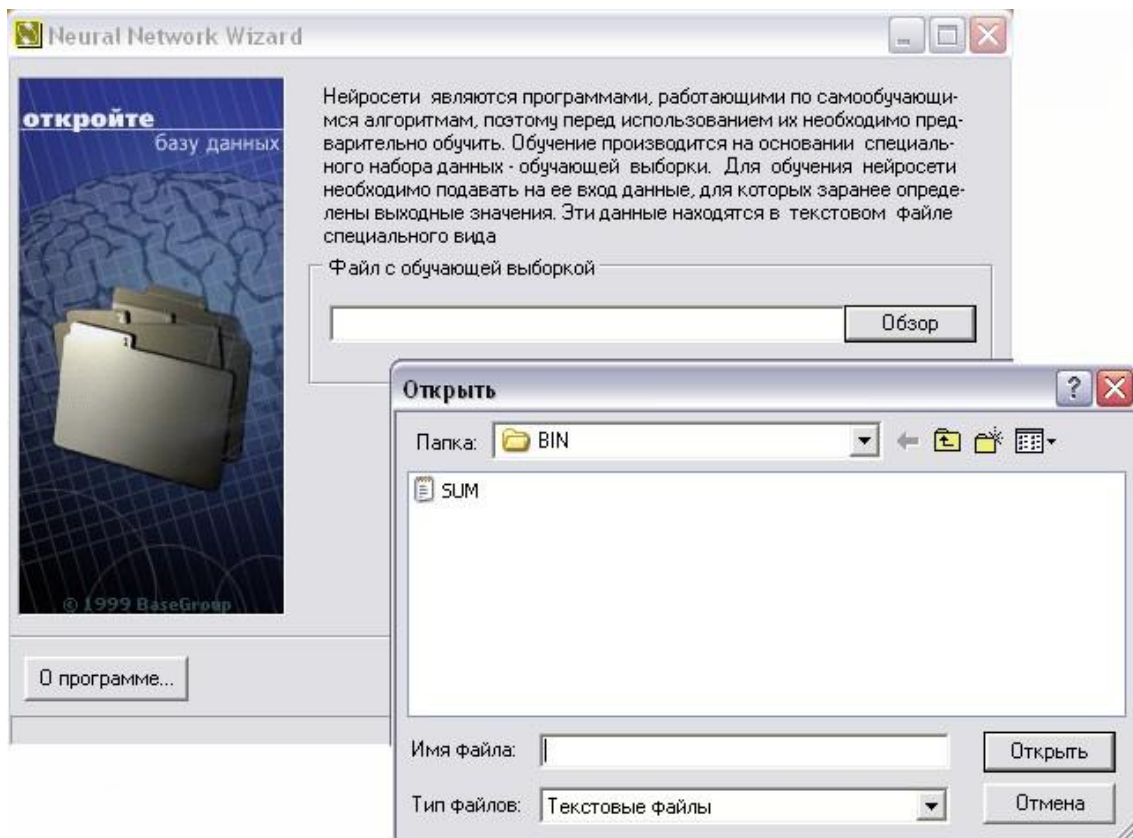


Рисунок 1. – Вибір файлу з навчальною вибіркою

## Крок 2. Задайте поля і їх властивості

Виберіть поле в списку і вкажіть, як його обробляти.

### Використовувати поле як...

Нейронна мережа складається з вхідного, вихідного і прихованого прошарків. Кількість нейронів у першому та останньому шарі залежить від того, які поля позначаються як вхідні та вихідні. Поля, що відзначено позначкою «не використовувати» у навчанні й тестуванні нейромережі застосовуватися не будуть.

### Нормалізувати поле як...

На вхід нейромережі повинна подаватися інформація в нормалізованому виді. Тобто це числа в діапазоні від 0 до 1. Можна вибрати такі методи нормалізації.

- $(X-MIN)/(MAX-MIN)$  – лінійна нормалізація;
- $1/(1+\exp(-ax))$  – експонентна нормалізація;
- Авто  $\tilde{x} = (x-1)/a, 1/(1+\exp(a))$  – нормалізація, що заснована на

статистичних характеристиках вибірки



- Без нормалізації – нормалізація не здійснюється

### Параметри нормалізації...

Задайте значення, що використовуються у формулах нормалізації.

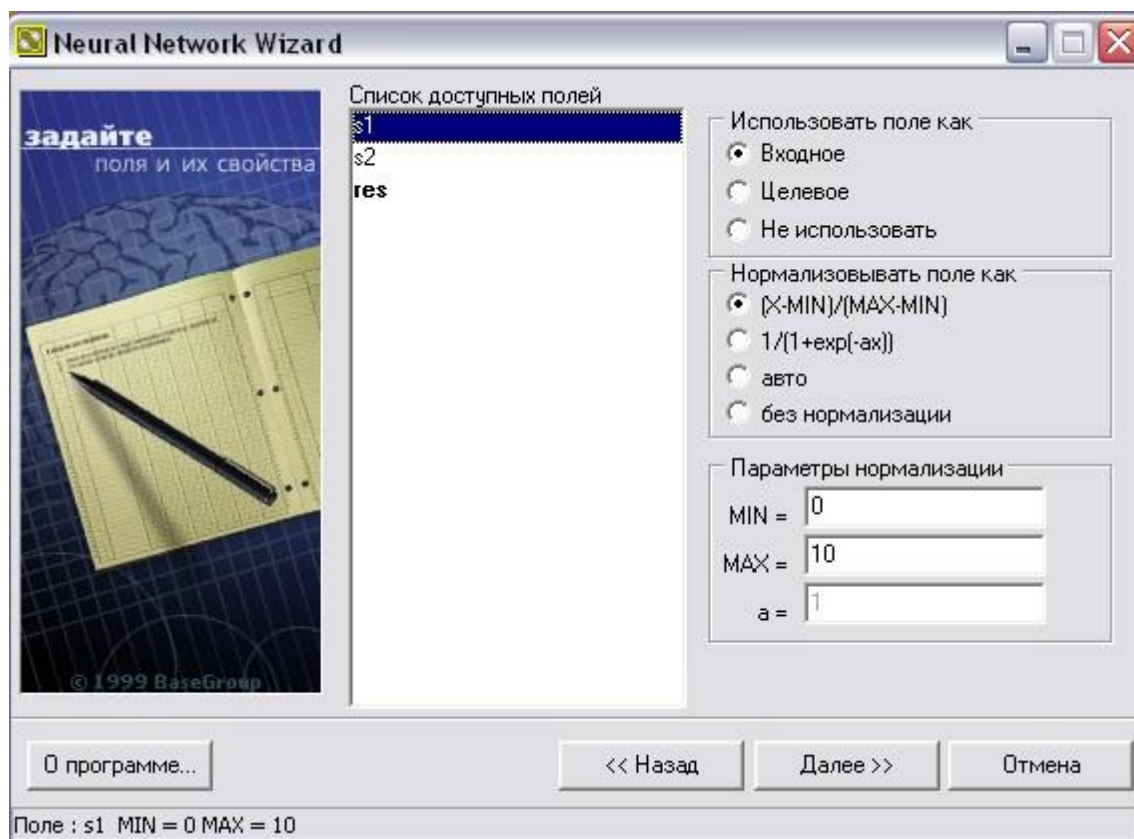


Рисунок 2. – Список доступних полів та його властивості

### Крок 3. Задайте параметр нейромережі

#### Кількість прошарків нейромережі...

Нейронна мережа складається з прошарків – вхідного, вихідного і прихованих. Необхідно вказати кількість прихованих прошарків. Загального правила скільки має бути таких прошарків, немає, зазвичай обирається 1–3 прихованих прошарків. Чим більш нелінійною є задача, тим більше прихованих прошарків має бути.

#### Прошарки, Кількість нейронів...

В Neural Network Wizard усі елементи попереднього прошарку пов'язані з усіма елементами наступного. Кількість нейронів у першому та останньому прошарках залежить від того, скільки полів указано як вхідні та вихідні. Кількість нейронів у кожному прихованому прошарку необхідно задавати.

Загальних правил визначення кількості нейронів немає, але необхідно, щоб кількість зв'язків між нейронами була меншою за кількість прикладів у навчальній вибірці. Інакше нейромережа втратить здатність до узагальнення, а просто «запам'ятає» всі приклади з навчальної вибірки. Тоді під час тестування на прикладах, наявних у навчальній вибірці, вона буде демонструвати хороші результати, а на реальних даних – погані.

### **Параметр сигмоїди...**

Сигмоїда застосовується для забезпечення нелінійного перетворення даних, в іншому випадку нейромережа може виділяти лише лінійно роздільні множини. Чим вище параметр, тим більше перехідна функція є подібною порогової. Параметр сигмоїди підбирається емпірично.

### **Крок 4. Задайте параметр навчання**

#### **Використовувати для навчання мережі % вибірки...**

Усі приклади, що подаються на вхід нейромережі, поділяються на дві множини – навчальну та тестову. Задайте, скільки відсотків прикладів буде використано в навчальній вибірці. Записи, що використовуються для тестування, вибираються випадково, але пропорції зберігаються.

#### **Швидкість навчання...**

Параметр визначає амплітуду корекції ваг на кожному кроці навчання.

#### **Момент (імпульс)...**

Параметр визначає ступінь впливу  $i$ -ої корекції ваг на  $i+1$ -шу.

#### **Розпізнано, якщо помилка за прикладом $<$ ...**

Якщо результат прогнозування відрізняється від значення з навчальної множини  $i$  є меншим за вказану величини, то приклад вважається розпізнаним.

#### **Використовувати тестову множину як валідаційну...**

Під час встановлення цього прапорця навчання буде припинено, як тільки помилка на тестовій множині почне збільшуватися. Видається відповідне повідомлення. Це допомагає уникнути ситуації перенавчання нейромережі.

#### **Критерії зупинки навчання...**

Необхідно визначити момент, коли навчання буде закінчено.

Рисунок 3. – Визначення параметрів навчання та закінчення процесу навчання

**Крок 5. Перевірте всі задані параметри**

Переконайтеся, що всі параметри вказано вірно.

**Крок 6. Запустіть навчання системи**

**Пуск навчання/зупинка навчання...**

Запустіть процес. У таблиці над кнопкою можна спостерігати, як міняється помилка навчання.

**Розподіл помилки...**

У діаграмі відображається розподіл помилки. Зелені стовпці – помилка на навчальній вибірці, червоні – на тестовій вибірці. Чим правіше стовпець, тим вище значення помилки. Шкала від 0 до 1. Чим вище стовпець, тим більше прикладів із зазначеною помилкою.

**Розподіл прикладів у навчальній/тестовій вибірці...**

На цих графіках можна відслідковувати, наскільки результати, що спрогнозовані нейронною мережею, збігаються зі значеннями в навчальній (ліворуч) і тестовій (праворуч) вибірці. Кожен приклад позначено на графіку точкою. Якщо точка попадає на виділену лінію (діагональ), то нейромережа

передбачила результат з досить високою точністю. Якщо точка знаходиться вище діагоналі, значить нейромережа недооцінила результат, нижче – переоцінила. Необхідно домагатися, щоб точки розташовувалися якнайближче до діагоналі.

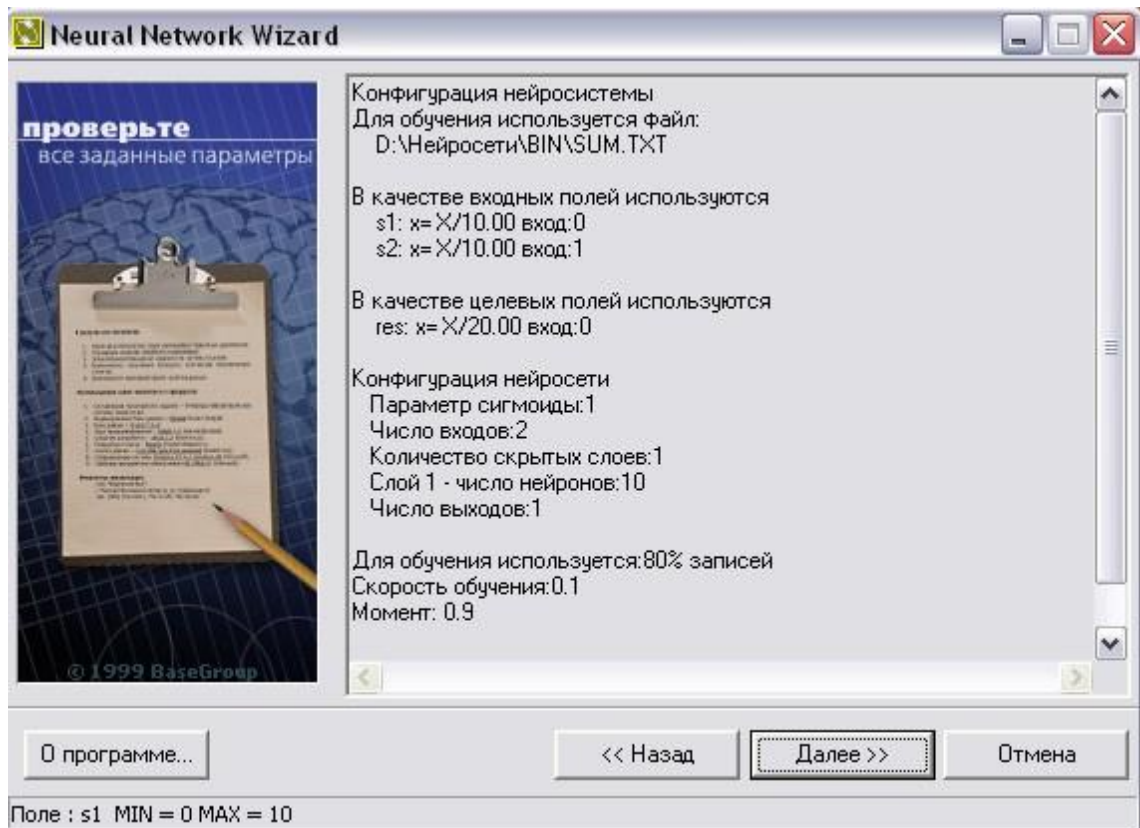


Рисунок 4. – Перевірка правильності конфігурації мережі і параметрів навчання

### Крок 7. Розрахуйте кінцевий результат

У наборі вхідних параметрів уведіть числа і натисніть на кнопку «Розрахунок». У таблиці «розраховані параметри» висвічується результат. Необхідно пам'ятати, що не варто перевіряти нейромережу на числах, що виходять за границі навчальної й тестової вибірки. Якщо нейромережа навчена додавати числа в діапазоні від 0 до 10, то і тестувати нейромережу необхідно в тому самому діапазоні .

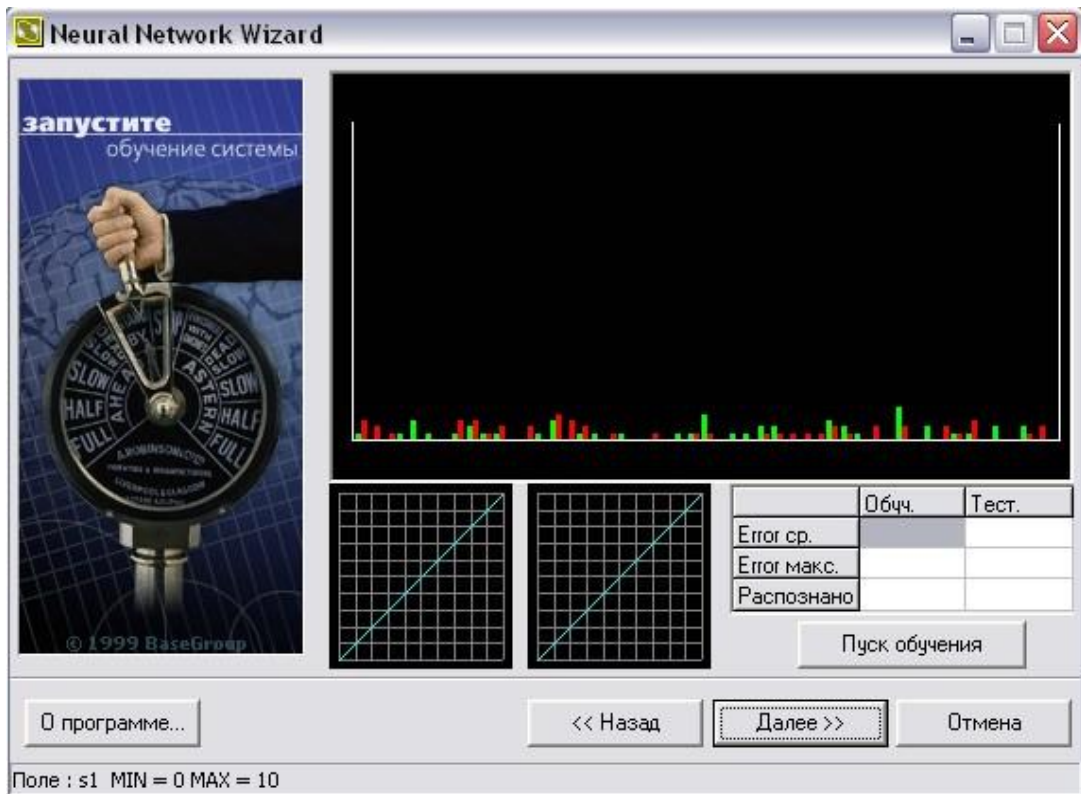


Рисунок 5. – Перший етап побудови моделі операції додавання

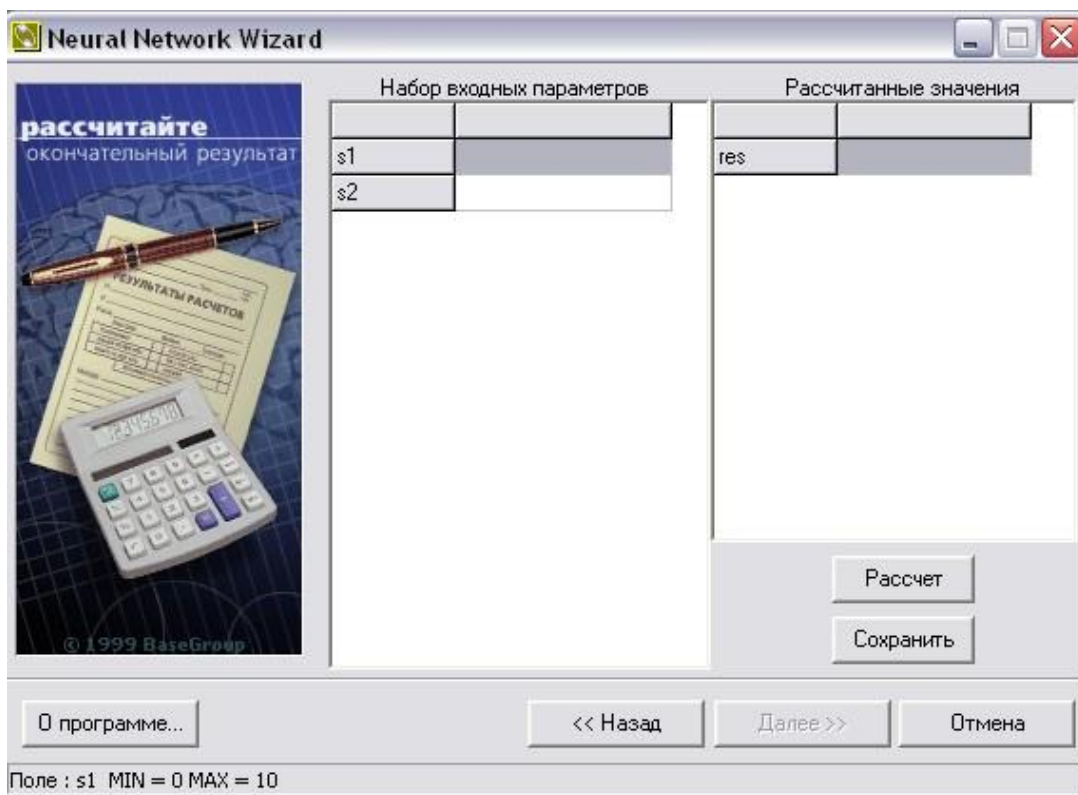


Рисунок 6. – Введення початкових параметрів і розрахунок кінцевих результатів

## Завдання для самостійної роботи

### Завдання 1. Розглянути приклад навчання нейронної мережі.

Для прикладу розглянемо процес навчання нейронної мережі арифметиці, а точніше додаванню двох чисел. Розглянемо розв'язання цієї проблеми по кроках.

#### Крок 1. На вхід подаємо таку інформацію:

S1	S2	RES
0	0	0
1	1	2
1	2	3
2	2	4
3	3	6
4	4	8
2	4	6
5	5	10
6	6	12
7	7	14
8	8	16
9	9	18
9	10	19
10	9	19
10	10	20
2	3	5
6	1	7
1	5	6

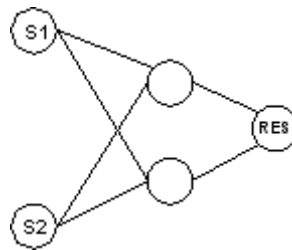
3	8	11
9	7	16
8	9	17

**Крок 2. Вказуємо, що поле RES – цільове.**

Тобто нейромережа буде намагатися визначити, як значення полів S1 і S2 впливають на поле RES.

**Крок 3. Визначаємо конфігурацію нейронної мережі.**

Задаємо кількість прихованих шарів – 1. Кількість елементів у 1-ому шарі – 2. У результаті маємо наступну конфігурацію



**Крок 4. Визначаємо параметри навчання.**

Зупинити навчання по проходженні 10000 епох.

**Крок 5. Перевіряємо правильність конфігурації мережі і параметрів навчання.**

**Крок 6. Запускаємо систему на навчання, під час якого система побудує модель операції додавання.**

**Крок 7. Після закінчення навчання тестуємо отриману модель.**

Вводимо початкові параметри і розраховуємо результат.

Це загальні принципи роботи. На практиці отримати якісний результат на реальних даних не так просто. Для того, щоб отримати якісний результат при використанні нейромереж, треба розуміти, яка математична модель покладена в її основу і ретельно підходити до підбору статистичної вибірки, на якій нейромережа буде навчатися.

## ПОРЯДОК РОБОТИ

1. Запустити нейроеммулятор Neural Network Wizard.
2. Уважно ознайомитися з методикою навчання нейронної мережі.

3. Пройти всі кроки тестового завдання й проаналізувати отримані результати.
4. Сформулювати власні дані для навчання.
5. Пройти всі кроки навчання на нових даних, але приділити більшої уваги налаштуванню параметрів нейроемулятора.
6. Проаналізувати отримані результати і зробити висновок.

**Завдання 2. Розглянути процес навчання нейронної мережі для задач зі свого варіанту.**

Обчислити вихід двошарового перцептрону після двох ітерацій навчання за методом зворотного поширення помилки. Кількість входів 2 (із навчальної множини), кількість виходів 1; вагові множники першого й другого прошарків вибрати самостійно (малі додатні значення).

Варіанти завдань для індивідуального дослідження

1	$r = x - y$	9	$r = \cos x - y$
2	$r = x + y$	10	$r = \operatorname{tg} x - 2y$
3	$r = x * y$	11	$r = \operatorname{ctg} x + 2y$
4	$r = x / y$	12	$r = \sin x - y$
5	$r = \sqrt{x} - 2y$	13	$r = x^2 - y^2$
6	$r = \sqrt[3]{x} + 2y$	14	$r = x - \sqrt{y}$
7	$r = x^2 + y$	15	$r = x - y^2$
8	$r = x + y^3$	16	$r = x / \sqrt{y}$



## ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета виконання роботи.
2. Можливості нейроемулятора Neural Network Wizard.
3. Особливості навчання нейронної мережі та вплив налаштувань параметрів на вихідні результати.
4. Характеристика основних параметрів налаштування.
5. Аналітичні висновки щодо властивостей програми та отриманих результатів.

### Питання для самоперевірки

6. 1. Які існують типи нейронних мереж?
7. 2. Що таке нейрорегулятор NEURAL NETWORK WIZARD?
8. 3. Які існують параметри нейронних мереж?
9. 4. Що таке алгоритмом зворотного поширення похибки?
10. 5. Які операції необхідно здійснити для роботи із системою NEURAL NETWORK WIZARD?
11. 6. Що входить до статистики процесу навчання?
12. 7. Коротко описати основні етапи навчання нейромережі.

**Література:** [1, с. 54–75; 2, с. 112–125; 4, с. 1–34, 5].

### 3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТАМИ

У 9-му семестрі студенти виконують самостійну роботу, що складається з 8 завдань. Загальна кількість балів, яку отримують студенти за виконання самостійної роботи, становить максимально 10 балів.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нікольський Ю.В. Системи штучного інтелекту / Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина. – Львів : Магнолія – 2006, 2015. – 279 с.
2. Кузьменко Б. В. Системи штучного інтелекту: Навч. посібник / Б. В. Кузьменко, О. А. Чайковська. – К. :Альтерпрес, 2006. – 140 с.
3. Глибовець М.М. Системи штучного інтелекту / М.М. Глибовець, О.В. Олецкий. – Київ: КМ Академія, 2002. – 366 с.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия – Телеком, – 2006. – 452 с.
5. Круглов В. В. ИНС. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
6. Костров Б. В. Основы искусственного интеллекта / Б. В. Костров, В. Н. Ручкин, В. Н. Фулин. – М. : «ДЕСС», «ТехБук», 2007. – 192 с.
7. Меньшенин С.Е. Современные информационные технологии. Изучение принципов работы программного эмулятора нейрокомпьютера Neural Network Wizard 1.7. Учебно-методическое пособие по дисциплинам «Интеллектуальные информационные системы» и «Системы искусственного интеллекта»/ С.Е. Меньшенин. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2006. – 64 с.

Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Дослідження та аналіз комп'ютерних систем штучного інтелекту» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія» освітнього ступеня «Магістр»

Укладачі: к. т. н., доц. П. П. Костенко,  
ст. викл. А. Л. Юдіна

Відповідальний за випуск зав. кафедри КІС А. В. Луговой

Підп. до др. \_\_\_\_\_. Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад \_\_\_\_\_ прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Безкоштовно.

Видавничий відділ  
Кременчуцького національного університету  
імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600