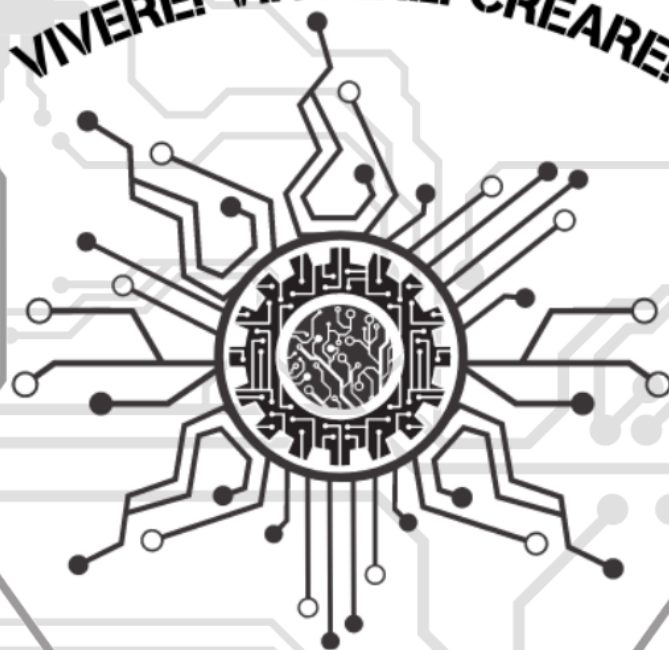


VIVERE! VINCERE! CREARE!



VladosBro



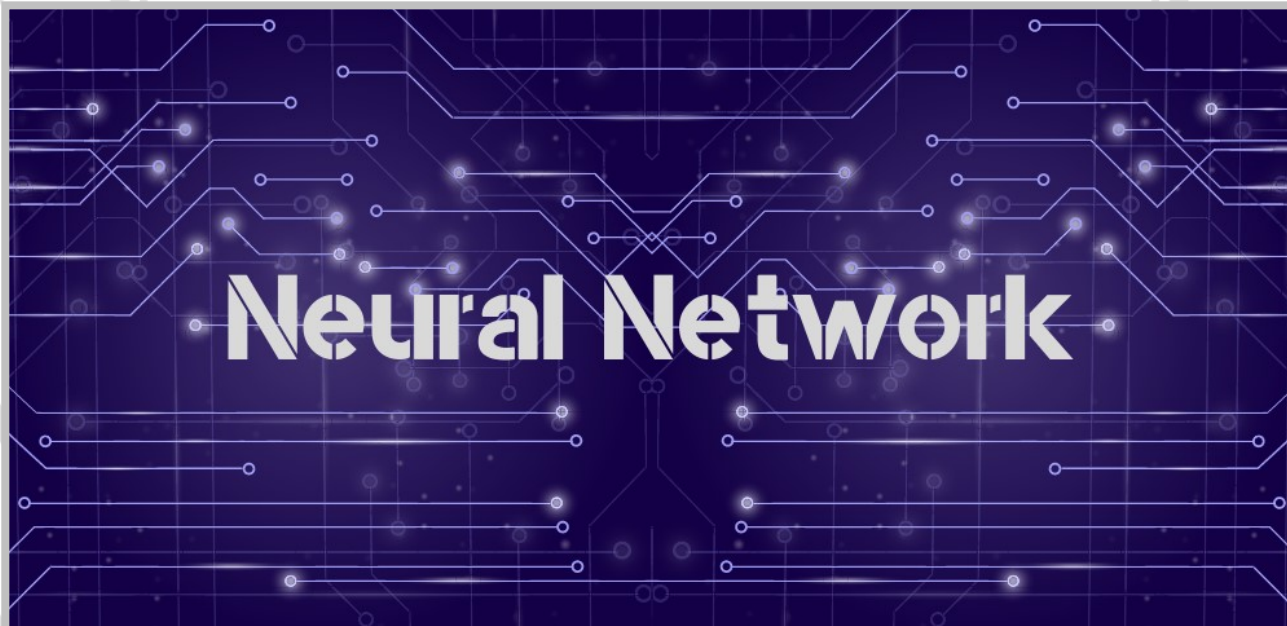
NEURAL  
NETWORK

# Зміст

• Опис проекту.....	3
• Демонстраційні матеріали.....	4
• Технології в проекті.....	5
• Примітки щодо реалізації	
-Проблеми, які виникли у ході розробки.....	7
-Особливості проекту.....	9
• Технічний опис проекту	
-Компіляція репозиторія.....	10
- Встановлення.....	10
- Налаштування.....	10
• Керівництво по експлуатації	
-Загальний вигляд програми.....	11
-Вкладка «Налаштування».....	12
-Вкладка «Навчання».....	15
-Вкладка «Тестування».....	18
-Вкладка «Створення зображень».....	21
• Інше.....	23



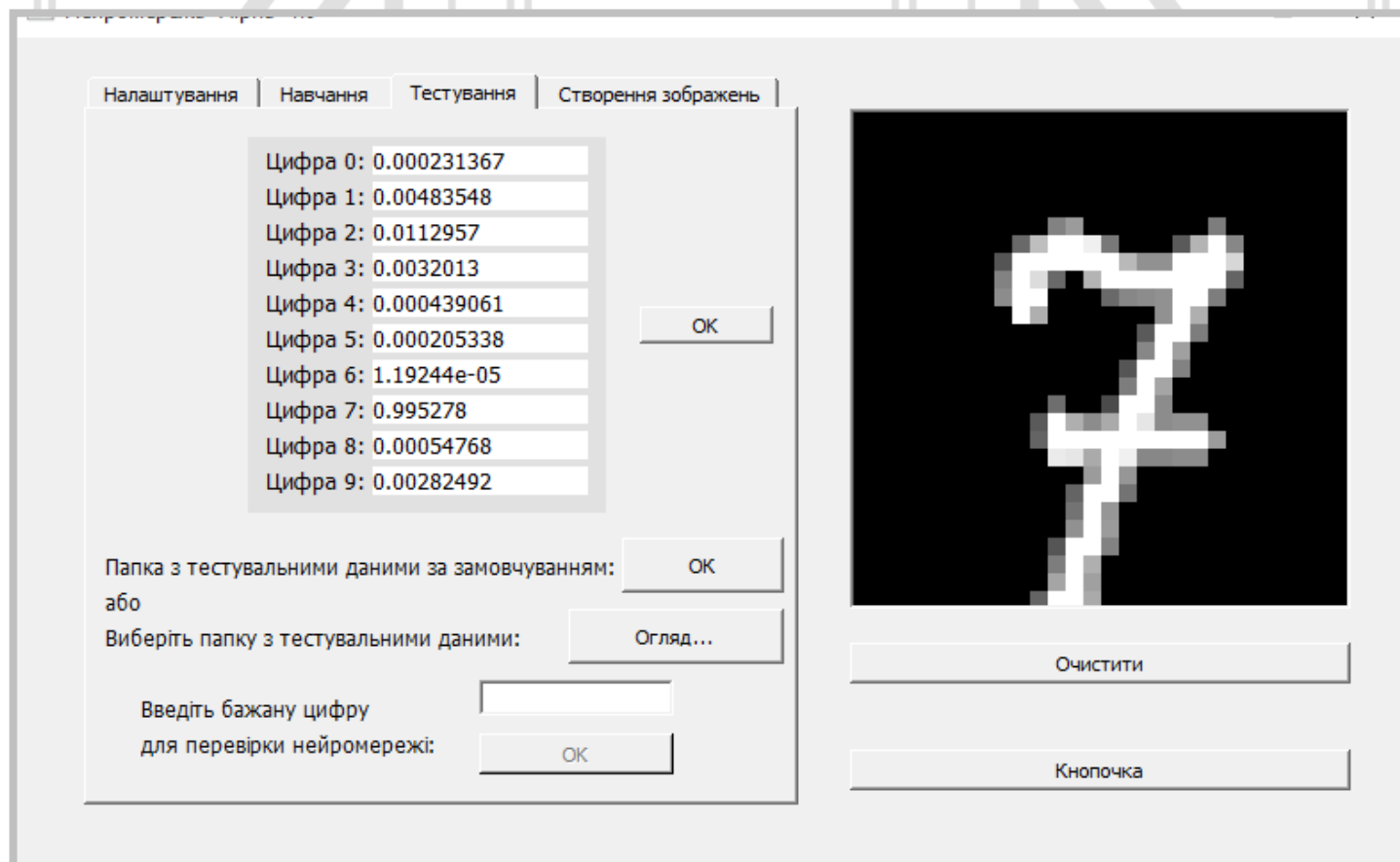
# Опис проекту



*Після закінчення «Війни, яка покладе кінець всім війнам» і ... Другої Світової Війни, людство нарешті зітхнуло з полегшенням. Хоча Європа і Азія були в руїнах, але людство почало швидко відновлюватися, як не дивно, цьому сприяв недавно початий конфлікт нового характеру - «Холодна війна». Обидва геополітичні блоки вкладало величезні ресурси і зусилля у Науку з метою обігнати і показати величні наукові досягнення. У свою чергу, науковці почали роздумувати над новими, раніше невідомими напрямками. Генетика, космонавтика, комп'ютерні науки — грандіозні напрямки, що назавжди змінили обличчя Людства і затвердили людину, як домінуючий вид на Землі. Але серед цих напрямків зародилося дещо надзвичайно унікальне і надзвичайне. Людство почало розмірковувати над концепцією Штучного Життя. Протягом 60-90-х років провідні науковці формували дану концепцію, вона переживала злети і падіння, як розквіт популярності так і «зиму», але незважаючи на все, Людство як ніколи близько до справжнього Штучного Життя... З кожним днем дедалі більше людей проявляє цікавість до цієї області, з кожним днем появляються нові алгоритми і технології, з кожним днем людство вже ближче до Технологічної Сингулярності, остаточно змінить людство...але, що чекає після неї...невідомо*

*Дана програма пропонує зануритися і випробувати один з найперших алгоритмів навчання штучних нейронів—персептронів.*

# Демонстраційні матеріали





# Технології в проекті

## Алгоритм зворотнього розповсюдження помилки (з.р.п.)

Нейронна мережа реалізована на основі алгоритму зворотнього розповсюдження помилки. Алгоритм з.р.п. - метод обчислення градієнта функції багатьох змінних, який застосовується при оновленні ваг багат шарового перцептрона . Основна ідея методу полягає в поширенні сигналів помилки від виходів мережі до її входів, в напрямку, зворотному прямому поширенню сигналів у звичайному режимі роботи.

## Пензель та полотно для рисування

У ході розробки ТЗ для програми, передбачалася можливість створення власних користувацьких картинок, для перевірки роботи нейромережі. Тому, було розроблено технологію розмітки графічного полотна для розміщення «пікселів» картинок.

Також створений «пензлик», який забезпечував плавне рисування довільних ламаних з плавною текстурою кольору ліній.

## Використання JSON-файлів

JSON-файли використовуються у ролі бази даних, для зручної організації та зберігання параметрів та даних як створених користувачем нейромереж довільних розмірів (у рамках максимальних розмірів, встановлених програмою (від 1 до 10 шарів, від 10 до 1000 персептронів у прихованих шарах нейромережі)) , так і нейромережі, створеної за замовчуванням.

## Робота з PNG-файлами

Більшість подібних нейромереж працюють із спеціальною бібліотекою картинок (mnist), для того, щоб не працювати окремими картинками, яких налічується біля 70 000 (кількість елементів mnist). У своїй же програмі, я хотів працювати саме з PNG-файлами, через кілька причин:

- навчання використання QGraphicsScene в Qt. Для навчання роботи з цим класом найкраще використовувати «класичні» формати файлів, зокрема png.
- Надання можливості створювати свої власні картинки і зберігати у доступному форматі та, можливо, використовувати у своїх цілях.



# Примітки щодо реалізації

## Проблеми, що виникли у ході розробки

Під час розробки програми, я зіштовхнувся з певними проблемами, а саме:

### - Проблема створення полотна 28x28 пікселів

Опис: Нейромережа базується на розпізнаванні картинок розміром 28x28 пікселів, тому необхідно було створити полотно, яке б відображало дані картинки у великому форматі, тобто «розтягнути» 28x28 пікселів у 15-20 разів (наприклад, полотно розміром 560x560 пікселів, на якому відображалася б «розтягнута» картинка)

Вирішення: спочатку було прийняте рішення пошукати, чи Qt має інструмент, який забезпечував би таке «розтягнення» картинки на полотні. Після доволі довгого безрезультатного пошуку, і заданих питань на форумах, було вирішено створити таке полотно власноруч. Була написана функція для розмітки полотна, що врешті-решт дало чудовий результат.

### - Проблема створення пензля для рисування

Опис: Одна з найвагоміших проблем, яка виникала під час розробки даного ПО. Якщо розглядати картинки бібліотеки MNIST (рис. 1), можна помітити, що цифри нарисовані не однотонним пензлем - тобто це не просто білі лінії на чорному полотні.

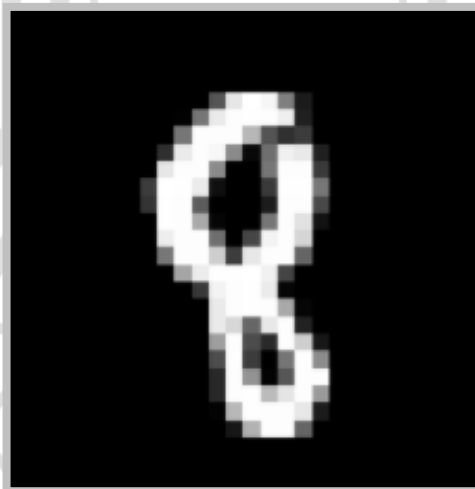


Рис. 1 Умовні зони програми

Кожна цифра повинна мати відтінок, товщину ліній, «сіруватість» нарисованих ламаних. Тому не обхідно було використовувати пензель, який міг би забезпечити саме таке рисування.

Вирішення: спочатку було прийняте рішення пошукати, чи Qt має інструмент, який забезпечував би таке «розтягнення» картинки на полотні. Після доволі довгого безрезультатного пошуку, і заданих питань на форумах, було вирішено створити таке полотно власноруч. Була написана функція для розмітки полотна, що врешті-решт дало чудовий результат.

Проблема роботи алгоритму з.р.п.

Опис: Під час реалізації алгоритму, зіштовхнувся з проблемою, через якуне виходило провести успішний процес навчання нейромережі.

Вирішення: Проблема полягала у двох речах: у невірній послідовності внесення корективів у ваги персептронів та щначення персептронів, та невнесення одного з глобальних параметрів, а саме коефіцієнта, на який має домножуватися кожна з «помилки» ваг персептрона, перед тим як вона буде додана до самої ваги. Після усунення цих неточностей, алгоритм запрацював вірно.

Проблема виконання потоків у програмі

Опис: Під час навчання нейромережі, необхідно було проводити процес навчання в окремому потоці, щоб запобігти «зависанню» програми і мати можливість керувати навчанням (наприклад поставити на паузу, або завершити навчання). Проте, виникли проблеми при запуску методу в окремому потоці.

Вирішення: Проблема виникала через те, що дана функція у де якому місці зверталася до QGraphicsScene. Після деякого до опрацювання методу,, проблема була вирішена. Також ще був нюанс з використанням вказівника на метод класу - синтаксис вказівника на функцію і на метод дещо відрізняються, чого я не ще знав :)



# Особливості проекту

- реалізація алгоритму зворотнього розповсюдження помилки
- реалізація полотна і пензля для рисування цифр
- робота програми з JSON-файлами
- виконання програми у декількох потоках
- можливість формувати свої власні бібліотеки картинок
- можливість створювати нейромережу з довільними параметрами (від 1 до 10 прихованих шарів та від 10 до 1000 персептронів у шарі)
- можливість перевіряти свою нейромережу на власноруч створених картинках

# Технічний опис проекту

## Компіляція репозиторія

Компіляція репозиторія не вимагає ніяких додаткових дій (налаштування компілятора, підключення сторонніх бібліотек і т. п.).

Лише, після компіляції, необхідно у папку з новоствореним білдом перенести папки з репозиторія папки release (NeuralNetwork\_Numbs\release), а саме:

- \* base
- \* json-develop
- \* saving
- \* saving\_img
- \* testing
- \* training

## Встановлення

Проект не вимагає встановлення. Для запуску необхідно лише запустити exe-файл з папки release (в середині репозиторія, якщо не компілювати проект). Виконавчий файл має бути разом із іншими папками і файлами з release.

Для розповсюдження програми поза репозиторієм, необхідно, щоб файл-exe з файлами і папками з release (NeuralNetwork\_Numbs\release), мали бути в окремій папці.

## Налаштування

Проект не вимагає ніяких окремих налаштувань.

# Керівництво по експлуатації

## Загальний вигляд програми

Після запуску програми, відкриється вікно з інтерфейсом програми (Рис. 2)

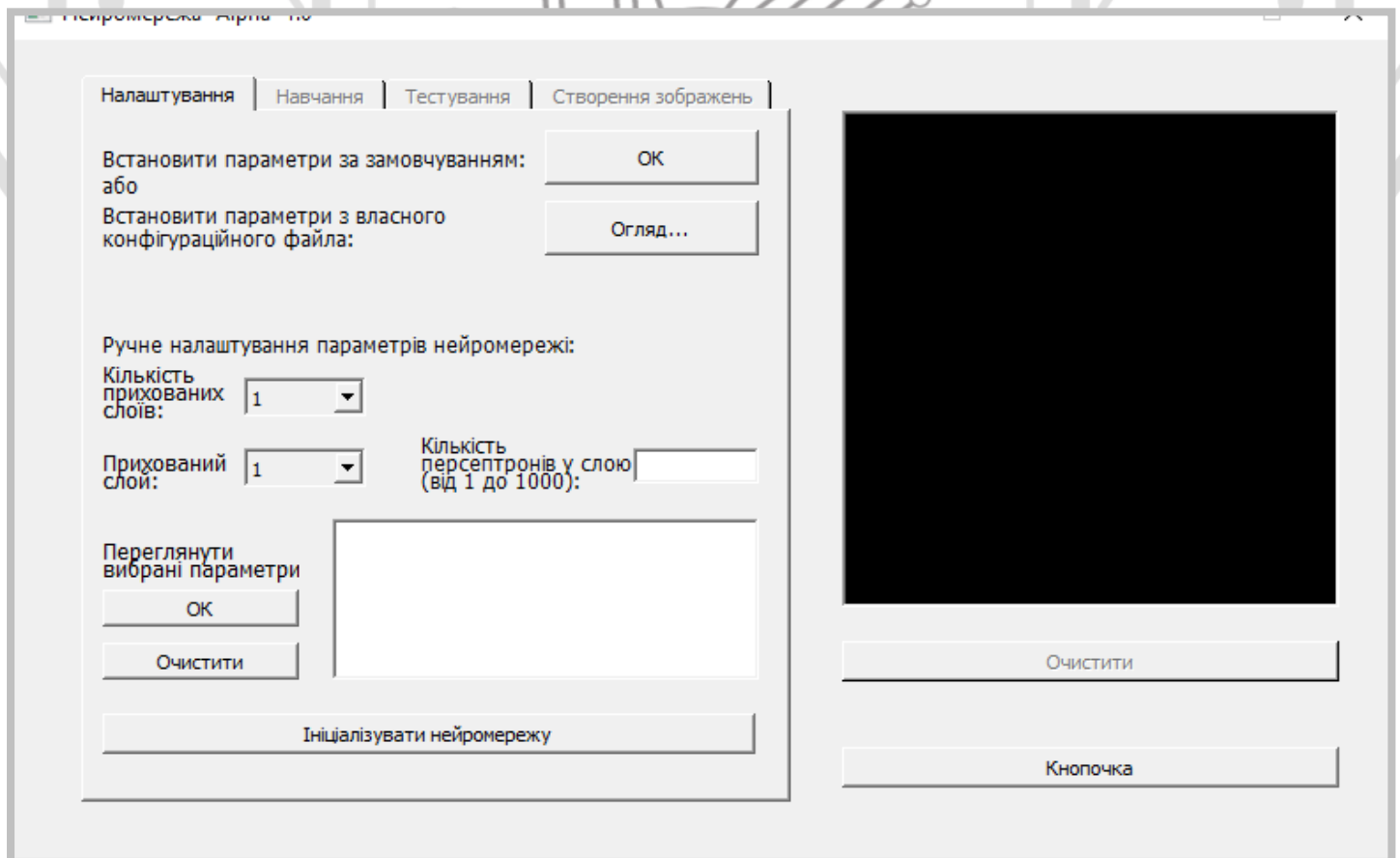


Рис. 2 Інтерфейс програми

Дана програма забезпечує всі необхідні інструменти для створення і навчання нейромережі, а саме:

- \* створення\завантаження нейромережі
- \* редагування кількості прихованих шарів
- \* редагування кількості персептронів у прихованому шарі
- \* вибір папки з навчальними даними
- \* навчання нейромережі
- \* збереження нейромережі
- \* тестування нейромережі
- \* створення власних навчальних\тестувальних даних

## Вкладка «Налаштування»

При запуску програми, користувач буде знаходитися у вкладці «Налаштування» і не зможе перейти на інші вкладки, поки не проведе ініціалізацію нейромережі.

Для того, щоб провести ініціалізацію нейромережі, необхідно встановити параметри для цієї мережі (кількість прихованих шарів, кількість персептронів у цих шарах).

Також ваги нейромережі будуть відразу ініціалізовані вірними коефіцієнтами, тобто нейромережа буде навчена.

Можна встановити параметри за замовчуванням, натиснувши відповідну кнопку «ОК» (рис. 3), або вибрати раніше збережену нейромережу, і встановити її конфігурацію, натиснувши кнопку «Огляд...» (рис. 4).

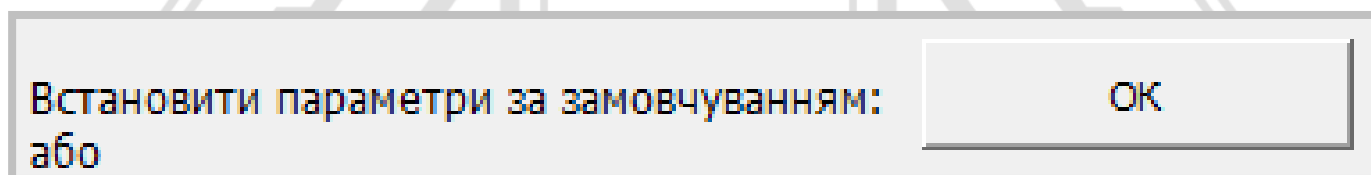


Рис. 3 Кнопка встановлення параметрів за замовчуванням

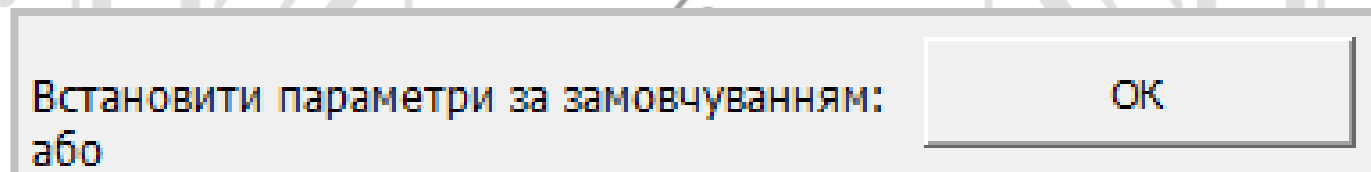


Рис. 4 Кнопка встановлення параметрів за збереженою нейромережею

Після натиснення однієї з двох кнопок, програма загрузить параметри і проініціалізує нейромережу і користувач зможе відкрити інші вкладки і продовжити роботу, наприклад розпочати процес навчання, створення картинок, розпізнавання картинок, завантаження готової нейромережі чи зберігання поточної мережі і т.д..



У разі, якщо користувач бажає створити нейромережу зі свої заданими параметрами, у області «Ручне налаштування параметрів нейромережі» (рис. 5) можна встановити у відповідні

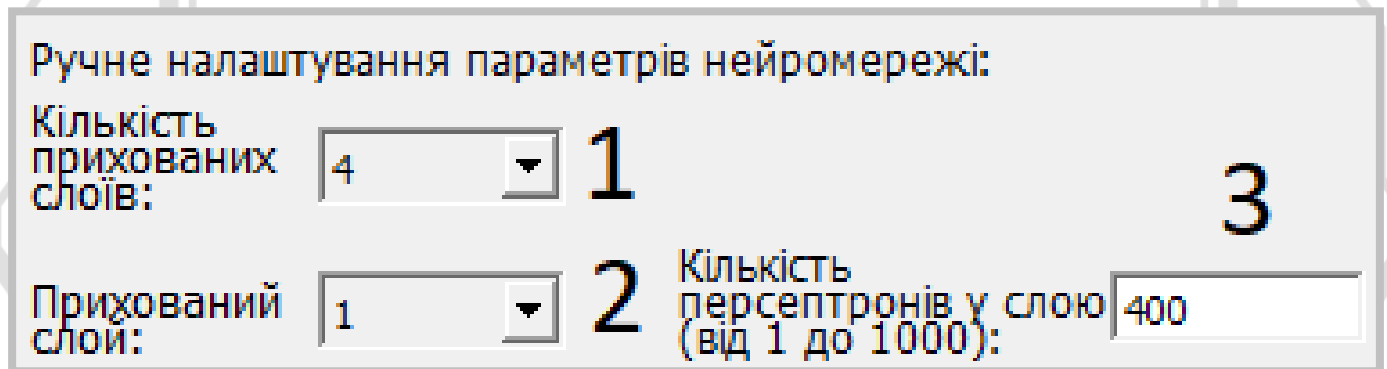


Рис. 5 Панель користувацького задання параметрів нейромережі

З рисунку 5:

- 1 - випадальний список, який дозволить задати кількість прихованих шарів (1 - 10 шарів)
- 2 - вибравши кількість прихованих шарів, можна вибрати конкретний шар, щоб задати кількість персептронів.
- 3 - у даному полі можна задати кількість персептронів у прихованому шарі (10 - 1000 персептронів)

Тепер можна переглянути встановлені параметри. Для цього опускаємося трошки нижче і натискаємо на кнопку «ОК» (рис. 6) під написом «Переглянути вибрані параметри:».

УВАГА: якщо ініціалізувати нейромережу за замовчуванням, або завантажити параметри збереженої нейромережі, то тут також можна переглянути їхні конфігурації

Також, натиснувши кнопку «Очистити», поле для виводу інформації буде очищене.



Рис. 6 Перегляд встановлених параметрів

Після того, як користувач виставить всі необхідні параметри, необхідно натиснути на кнопку «Ініціалізувати нейромережу» (рис.7) .



Ініціалізувати нейромережу

Рис. 7 Кнопка ініціалізації нейромережі

Все, нейромережа створена!

Після ініціалізації нейромережі, стануть доступними інші вкладки програми (рис. 8): «Навчання», «Тестування», «Створення



Налаштування

Навчання

Тестування

Створення зображень

Рис. 8 Вкладки програми



## Вкладка «Навчання»

Інтерфейс програми у вкладці «Навчання» набуває наступного вигляду (рис. 9):

Налаштування | **Навчання** | Тестування | Створення зображень

Папка з навчальними даними за замовчуванням:

або

Виберіть папку з навчальними даними:

**Розпочати навчання**

Всього =

Ітерація =

Цифра =

Рівень навчання =

0%

Введіть назву папки для збереження нейромережі:

Показати список наявних збережень:

Рис. 9 Вигляд вкладки «Навчання»

Перші дві кнопки, як і у вкладці «Навчання» дозволяють вибрати за замовчуванням, або збережену нейромережу, але тепер будуть проініціалізовані параметри нейромережі (ваги персептронів).

У разі, якщо була завантажена нейромережа за замовчуванням (Натиснута кнопка «ОК» або завантажена раніше збережена нейромережа), можна переходити до вкладки «Тестування».

Також можна відразу перейти до вкладки «Тестування» після ініціалізації нейромережі в вкладці «Налаштування», проте нейромережа ненавчена і не дасть чіткої відповіді, що саме за цифра зображена на полотні.

Для того, щоб розпочати процес навчання, необхідно натиснути на кнопку «Старт» (рис. 10).

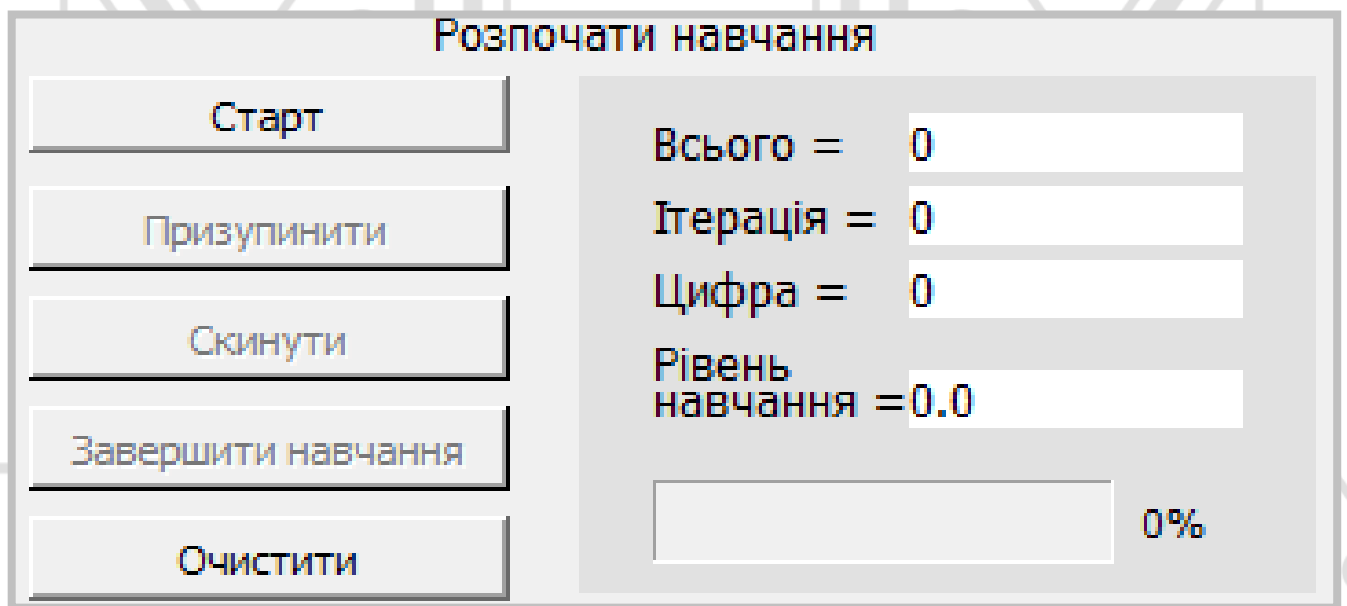


Рис. 10 Панель керування навчальним процесом

Процес навчання розпочнеться і всі вкладки та кнопки, окрім кнопок «Призупинити», «Скинути», «Завершити навчання» та «Очистити» стануть недоступними. Для того, аби всі кнопки та вкладки знову стали доступними, необхідно завершити навчання.

#### Кнопка «Призупинити»

Ставить на паузу процес навчання нейромережі, для того, щоб продовжити навчання, необхідно натиснути кнопку «Старт».



### Кнопка «Призупинити»

Ставить на паузу процес навчання нейромережі, для того, щоб продовжити навчання, необхідно натиснути кнопку «Старт».

### Кнопка «Скинути»

При натисненні, весь процес навчання стирається і ваги нейромережі ініціалізуються випадковими величинами (Як після натиснення кнопки «Ініціалізувати нейромережу» у вкладці «Налаштування»).

### Кнопка «Завершити навчання»

Зупиняє процес навчання. Всі вкладки і кнопки стають доступними. Номер картинки, яка була оброблена із вибірки навчальних даних скидується, і у разі початку повторного процесу навчання, навчання розпочнеться із першої картини із вибірки.

### Кнопка «Очистити»

Очищає поля виводу інформації про процес навчання нейромережі.

Як процес навчання було завершено, можна зберегти нейромережу (збереження проводиться у папку saving) (рис. 11) Назва папки має містити лише латиницю, цифри і знак нижнього



Введіть назву папки для збереження нейромережі:

Зберегти

Показати список наявних збережень:

Показати

Очистити

підкреслення

Рис. 11 Збереження нейромережі

Натиснувши кнопку «Показати», можна переглянути існуючі збереження, кнопка «Очистити» очистить полотно виводу. Ввівши назву папки, у якій буде збережено нейромережу, натискаємо «Зберегти». У разі, якщо папка з такою назвою вже

## Вкладка «Тестування»

Інтерфейс програми у вкладці «Тестування» набуває наступного вигляду (рис. 12):

Цифра	Вартість
Цифра 0:	0.000343955
Цифра 1:	0.000412311
Цифра 2:	0.0557666
Цифра 3:	0.00118166
Цифра 4:	0.000778594
Цифра 5:	0.0279532
Цифра 6:	0.0237089
Цифра 7:	3.07458e-05
Цифра 8:	0.59916
Цифра 9:	0.000427015

Папка з тестувальними даними за замовчуванням:

або

Виберіть папку з тестувальними даними:

Введіть бажану цифру

для перевірки нейромережі:

Рис. 12 Вигляд вкладки «Тестування»

Також, при переході до цієї вкладки, користувачеві дозволяється малювати на полотні.

Для малювання необхідно зажати ліву кнопку миші (ЛКМ) і водити курсором по полотну (рис. 13).



Рис. 13 Полотно для малювання

При натисненні ЛКМ на полотні буде поставлена точка. ПКМ працює як «гумка».

Кнопка «Очистити» видаляє всі написи з полотна.

Кнопка «Кнопочка» нічого не робить і просто існує :)

Після того, як необхідна цифра була нарисована, переходимо до панелі відображення результату і натискаємо кнопку «ОК» (рис. 14). Нейромережа відобразить результат у панелі.

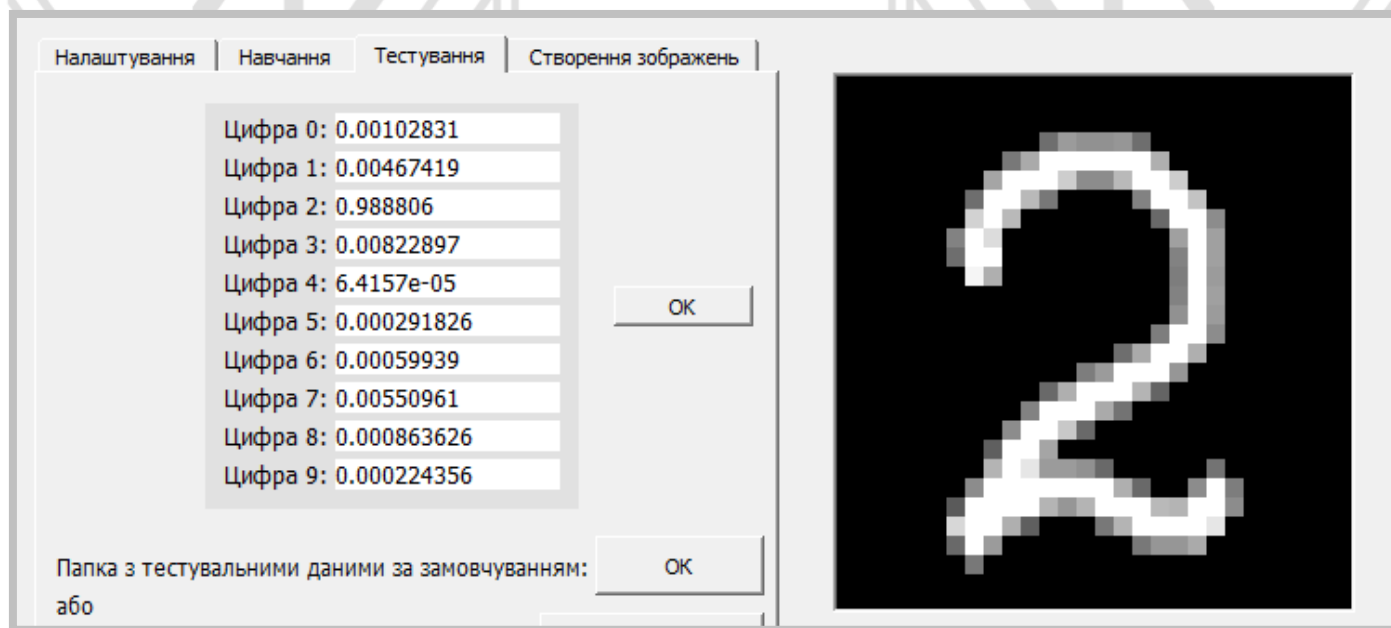


Рис. 14 Результат роботи нейромережі

Можна завантажити картинки з баз даних і перевірити роботу нейромережі на них (рис. 15)

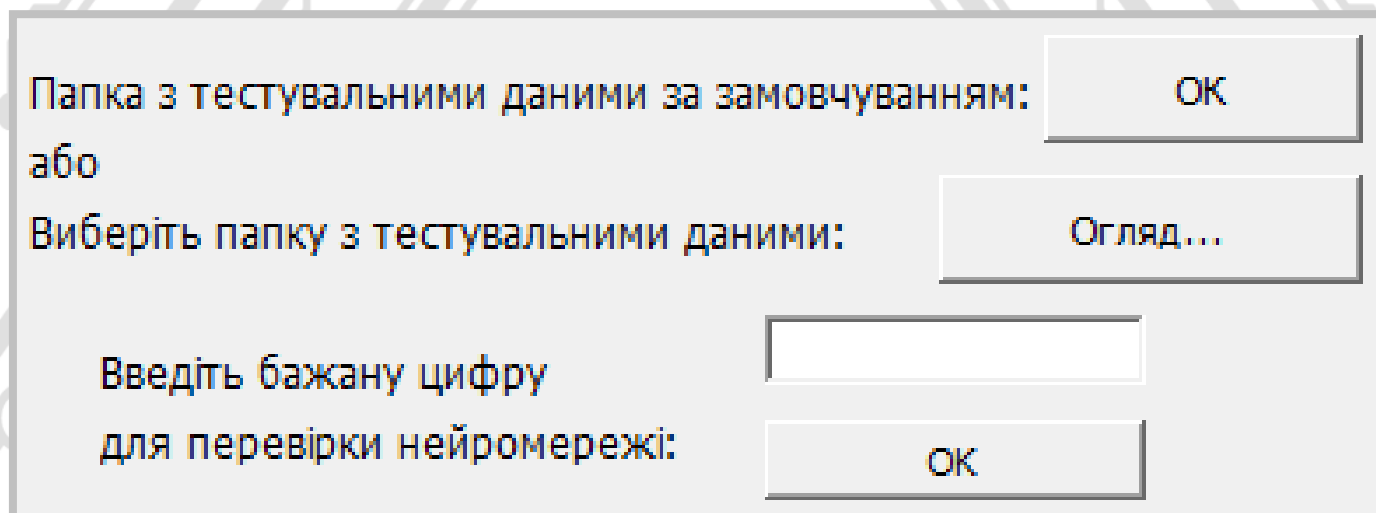


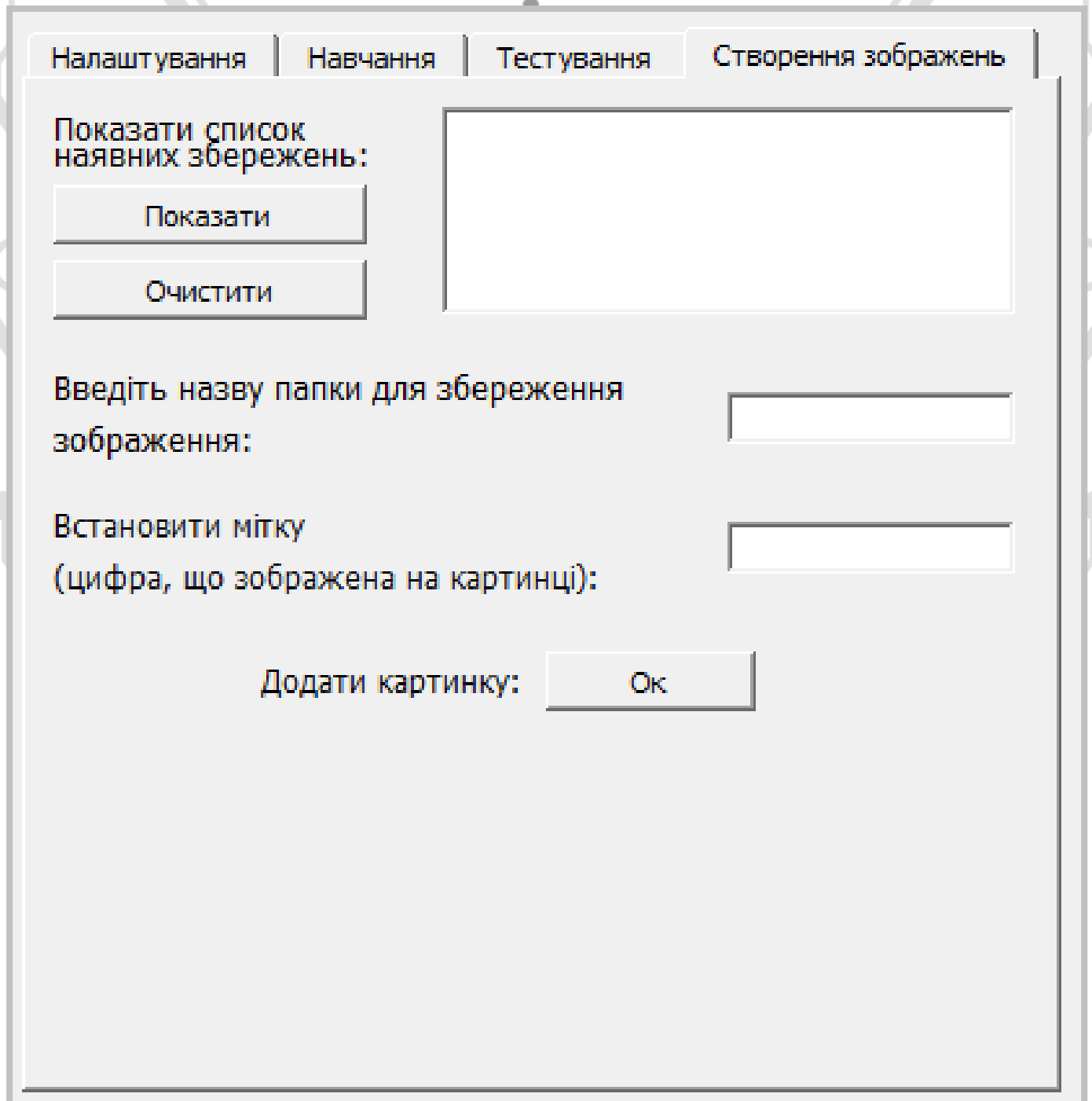
Рис. 15 Панель завантаження тестових даних

Натиснувши на кнопку «ОК», завантажиться БД тестових картинок за замовчуванням. При натисненні на кнопку «Огляд...» Можна буде вибрати теку із своїми картинками. Після здійсненого вибору, вводимо бажану цифру і натискаємо «ОК». Програма завантажить картинку, яка відобразиться на полотні а нейромережа дасть відповідь і скаже, що цифра на



## Вкладка «Створення зображень»

Інтерфейс програми у вкладці «Створення зображень» набуває наступного вигляду (рис. 16):



The screenshot shows a software window with four tabs: 'Налаштування' (Settings), 'Навчання' (Training), 'Тестування' (Testing), and 'Створення зображень' (Image Creation). The 'Image Creation' tab is active. It contains the following elements:

- A section titled 'Показати список наявних збережень:' (Show list of existing saves:) with two buttons: 'Показати' (Show) and 'Очистити' (Clear).
- A large empty rectangular box for displaying the list of saves.
- A label 'Введіть назву папки для збереження зображення:' (Enter folder name for saving image:) followed by a text input field.
- A label 'Встановити мітку (цифра, що зображена на картинці):' (Set tag (digit shown in image):) followed by a text input field.
- A label 'Додати картинку:' (Add image:) followed by an 'Ок' (OK) button.

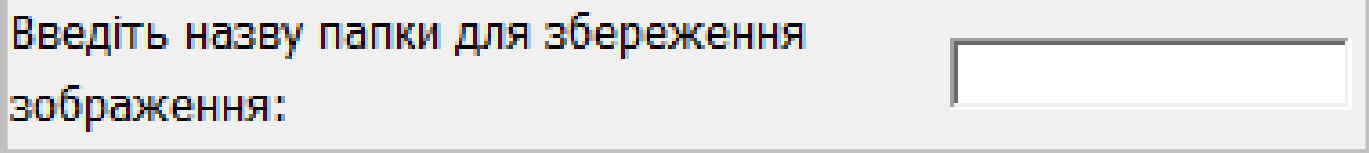
Рис. 16 Панель створення зображень

У даній вкладці користувач має змогу створювати нові зображення цифр і переглянути існуючі папки із зображеннями. Зберігаються зображення у папці `saving_img`.

Натиснувши кнопку «Показати», можна переглянути всі папки із збереженими картинками. При натисненні «Очистити», поле виведення буде очищене.

Коли цифра була намальована на полотні, необхідно ввести назву папки (рис. 17)

Назва папки має містити лише латиницю, цифри і знак нижнього підкреслення



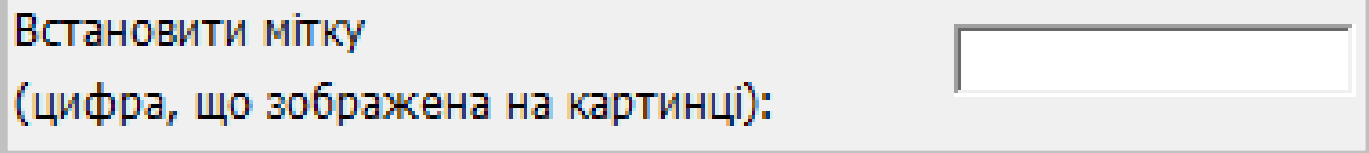
Введіть назву папки для збереження зображення:

Рис. 17 Введення назви папки для збереження

у якій буде проводитися збереження тек з картинками.

У папці буде створено 10 папок, назви яких будуть складатися з цифр, які зберігають папки відповідно.

Після введення назви (рис. 18), вводиться мітка (цифра), яка позначає цифру на полотні.



Встановити мітку  
(цифра, що зображена на картинці):

Рис. 18 Введення мітки картини

Нарешті, натискаємо кнопку «ОК» (рис. 19)



Додати картинку:

Ок

Рис. 17 Кнопка додавання картини

Вітаємо, ваша власноруч зроблена картинка для нейромережі була створена!

Дякую тим, хто прочитав це керівництво і дійшов до цього місця :) . Я справді старався над оформленням цього керівництва і інших керівництв. Це вже 3-й (ювілейний) документ. Дякую за читання!

# Інше

Моя пошта для зв'язку: [levchuk.ua.101@gmail.com](mailto:levchuk.ua.101@gmail.com)

