



**ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Д. СЕРИКБАЕВА**

# Тема: «Разработка методов и алгоритмов для распознавания рукописных цифр с использованием нейронной сети»

**Автор:** Кусатаев А. Е.

**Группа:** [Название группы]

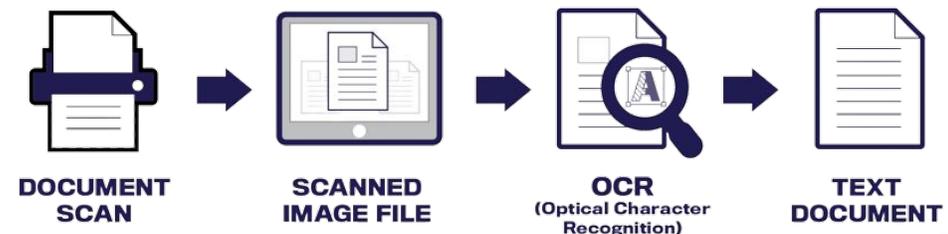
**Специальность:** [Название специальности]

**Научный руководитель:** к.ф.-м.н. профессор, Бакланова О. Е.

г. Усть-Каменогорск  
2023 г.

# Актуальность алгоритмов распознавания рукописных цифр

- Алгоритмы распознавания рукописных цифр по-прежнему остаются актуальными и важными во многих областях. Это связано с тем, что распознавание рукописных цифр используется в почтовых системах для автоматической сортировки почты, в системах банковского распознавания чеков, в оптическом распознавании символов (OCR) для цифрового преобразования рукописных документов и в машинном обучении для классификации и анализа данных.



# Цель и задачи

Цель работы заключается в следующем:

- Провести анализ концепции нейронных сетей и изучить принципы их работы;
- Изучить механизмы построения нейронных сетей;
- Классифицировать и описать различные типы нейронных сетей;
- Изучить имеющиеся программные библиотеки;
- Разработать алгоритм распознавания рукописных цифр.

## Визуальное представление



## Положения, выносимые на защиту

- 1) Важность распознавания рукописных цифр в различных сферах;
- 2) Применение классических алгоритмов в распознавании рукописных цифр;
- 3) Развитие нейронных сетей и их применение в распознавании рукописных цифр;
- 4) Требования к точности и надёжности в распознавании рукописных цифр;
- 5) Перспективы и будущие направления.

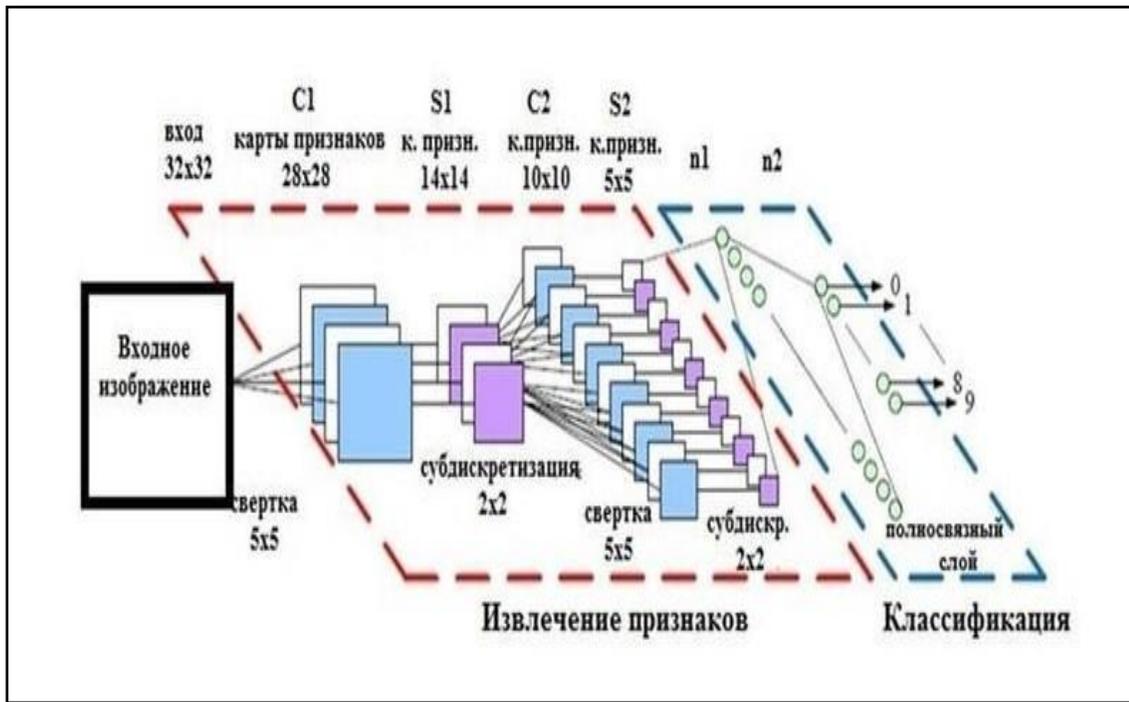
## Практическая ценность

- Актуальность и практическая ценность алгоритмов распознавания рукописных цифр состоит в их способности автоматизировать и улучшить процессы, связанные с обработкой и анализом рукописных данных. Они позволяют повысить эффективность, точность и надёжность систем и процедур, где требуется работа с рукописными цифрами.

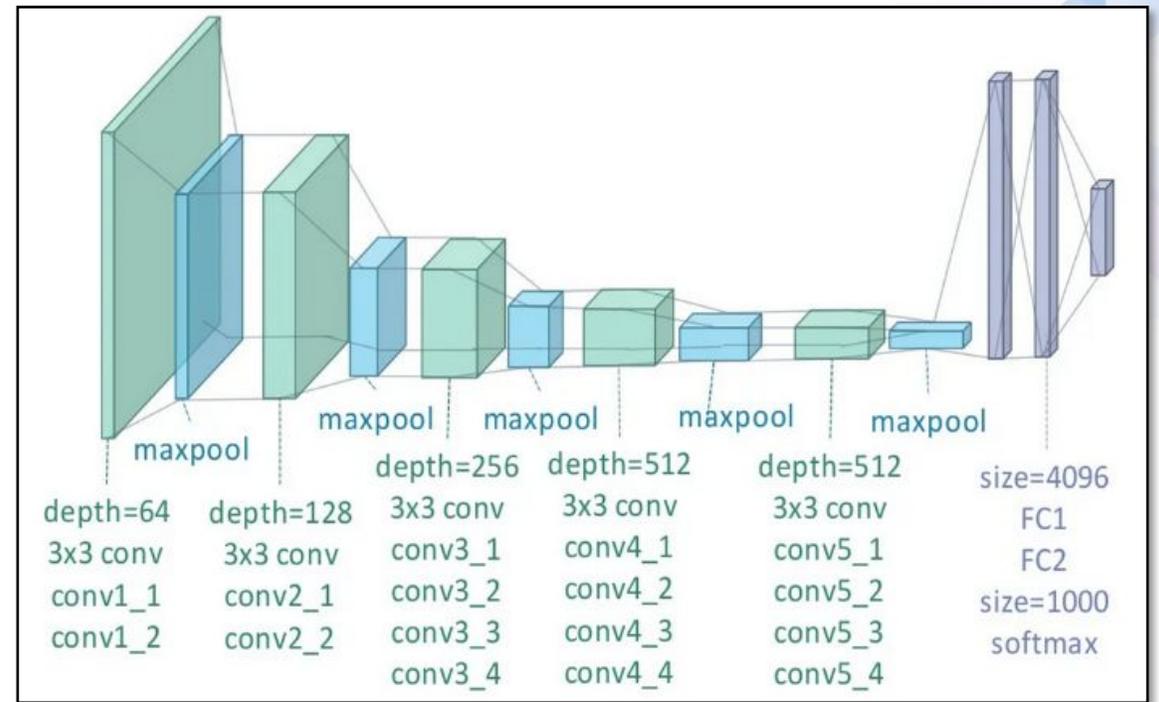
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

## Подходы к решению задачи

- Для решения задачи распознавания рукописных цифр применяются различные методы и алгоритмы. Один из наиболее эффективных подходов основан на использовании свёрточных нейронных сетей (CNN). CNN представляют собой класс нейронных сетей, способных эффективно обрабатывать изображения, что делает их идеальным выбором для распознавания рукописных цифр.



CN  
C



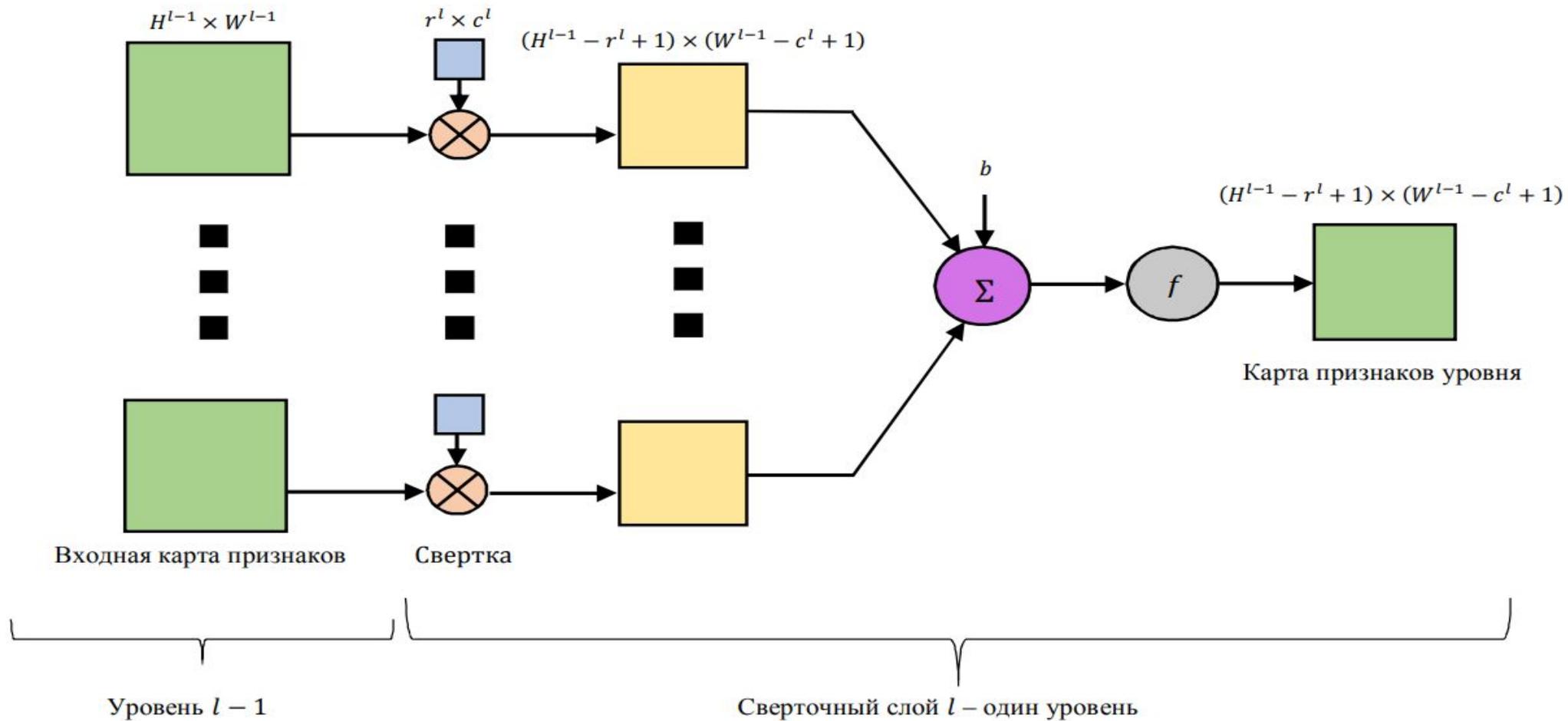
VGG-16

- В рамках данной диссертации был разработан и реализован алгоритм, основанный на свёрточных нейронных сетях (CNN), для распознавания рукописных цифр. Этот алгоритм демонстрирует высокую точность распознавания и способен эффективно обрабатывать различные стили и вариации в написании цифр, что делает его перспективным для практического применения.

## Методы решения задачи

- Мною была выбрана библиотека EasyOCR для решения поставленной задачи по распознаванию рукописных цифр, и это решение оказалось хорошим и удобным. EasyOCR предоставляет простой в использовании интерфейс, позволяющий легко интегрировать функции распознавания текста в мою систему.
- Одной из ключевых причин выбора EasyOCR была его способность использовать свёрточные нейронные сети (CNN), включая LSTM, для обработки и анализа последовательностей символов. Это позволяет библиотеке эффективно обрабатывать и распознавать рукописные цифры, учитывая их контекст и порядок.

# Математическая модель

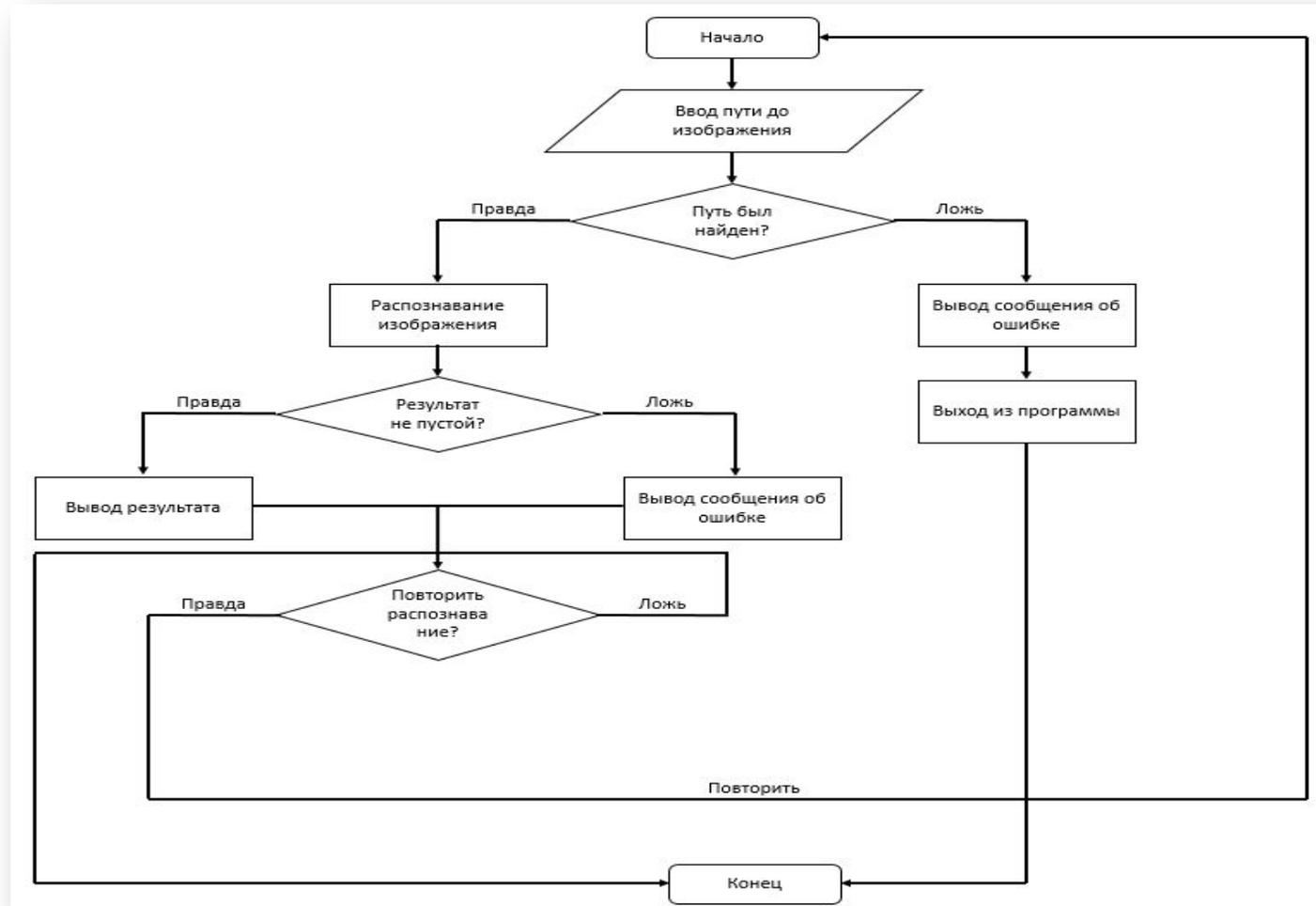


Математическая модель свёрточной нейронной сети

- Математическая модель свёрточной нейронной сети подразумевает использование операции свёртки для обработки входных данных. Она состоит из нескольких слоёв, включая свёрточные слои, слои субдискретизации (пулинга) и полносвязные слои. В каждом свёрточном слое применяются наборы фильтров, которые сканируют входные данные и выделяют локальные особенности. Затем результаты свёртки подвергаются операции субдискретизации для уменьшения размерности и выделения наиболее значимых признаков. Чуть ниже представлена формула вычисления процесса свёртки в свёрточной нейронной сети.

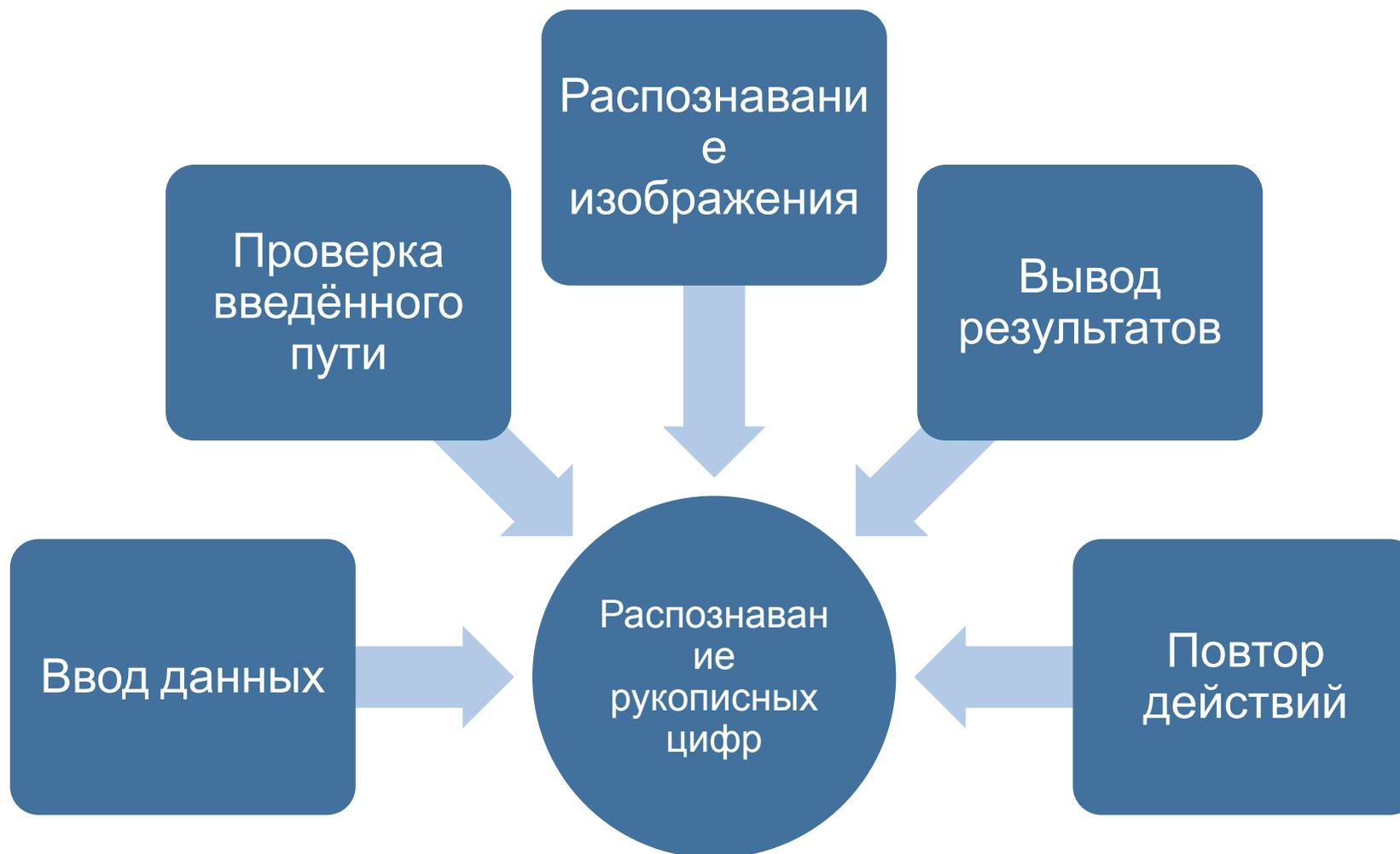
$$C(i, j) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} I(i + m, j + n) \cdot K(m, n)$$

# Блок-схема программы



Блок-схема работы программы

# Структурная схема программы



## Разработанный интерфейс

- Так как программа была создана с помощью языка Python без использования каких-либо графических оболочек (GUI), интерфейс программы имеет вид консольного окна.



Исполняемый  
файл

A screenshot of the application's console window. The window title is 'C:\HandwrittenNeuro\HandwrittenNeuro.exe'. The console output shows several warning messages from torchvision and torch.jit, followed by a prompt 'Введите путь до изображения: [ ]'.

```
C:\HandwrittenNeuro\HandwrittenNeuro.exe
torchvision\io\image.py:13: UserWarning: Failed to load image Python extension: "If you don't plan on using image functionality from `torchvision.io`, you can ignore this warning. Otherwise, there might be something wrong with your environment. Did you have `libjpeg` or `libpng` installed before building `torchvision` from source?"
torch\_jit\_internal.py:853: UserWarning: Unable to retrieve source for @torch.jit._overload function: <function _DenseLayer.forward at 0x00000270EA426C20>.
  warnings.warn(
torch\_jit\_internal.py:853: UserWarning: Unable to retrieve source for @torch.jit._overload function: <function _DenseLayer.forward at 0x00000270EA450F70>.
  warnings.warn(
Введите путь до изображения: [ ]
```

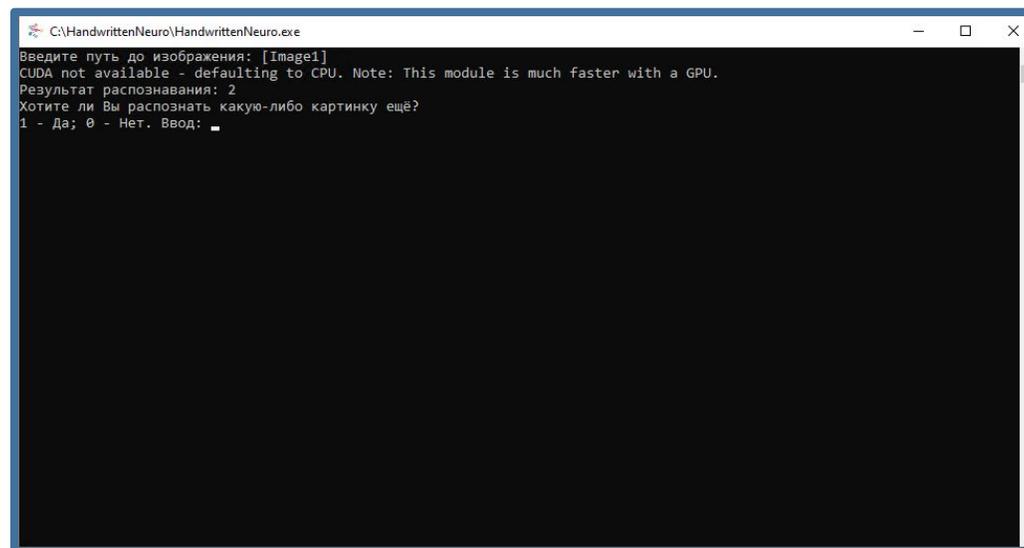
Окно приложения

## Функциональные возможности программы

- Пускай и с виду эта программа имеет вид обыкновенного консольного окна, но внутри она содержит большую модель, которая может использоваться для распознавания рукописных цифр.

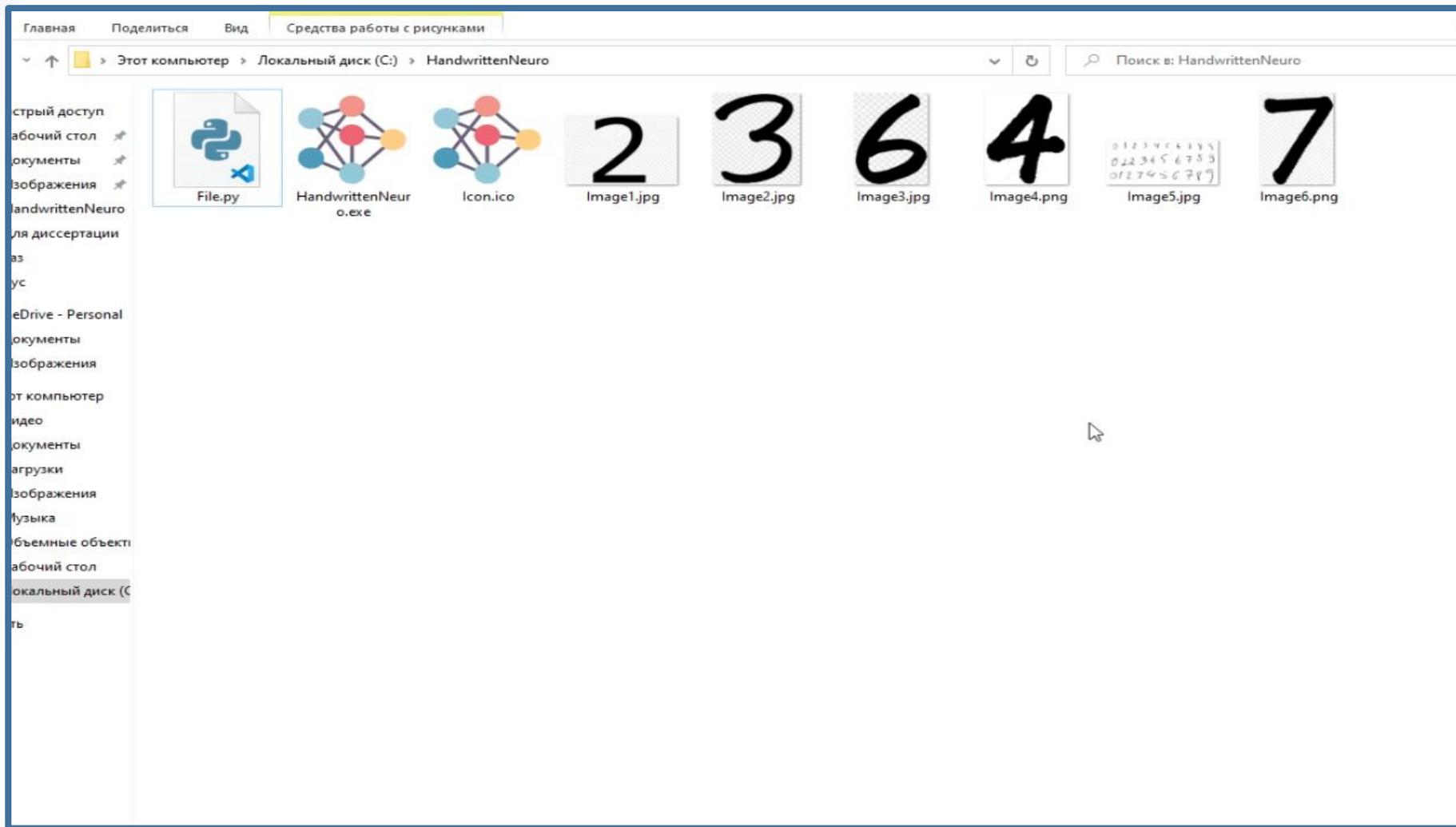


Пример  
изображения



Результат распознавания картинки

# Демонстрация работы программы

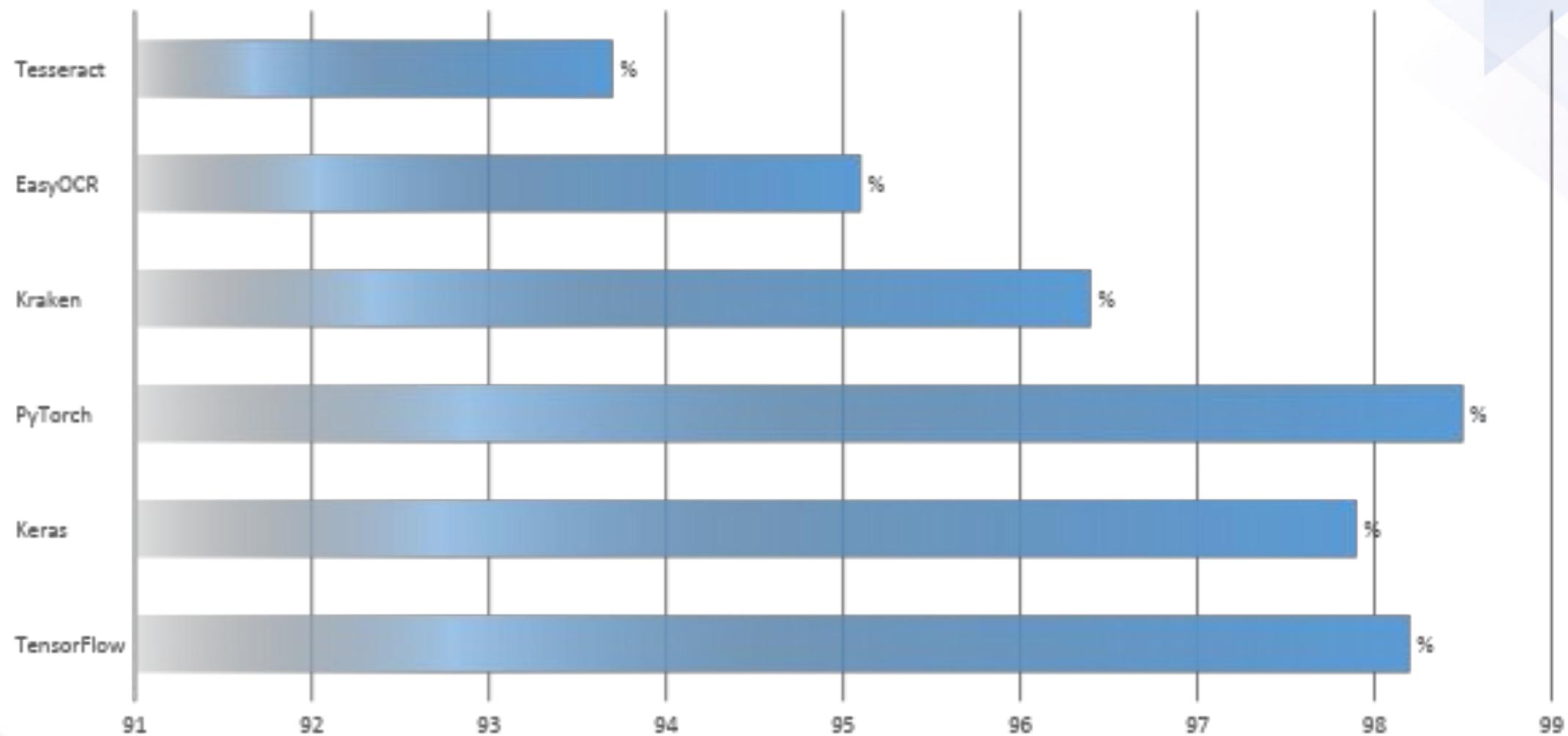


Видеоролик с демонстрацией работы программы

## Диаграмма

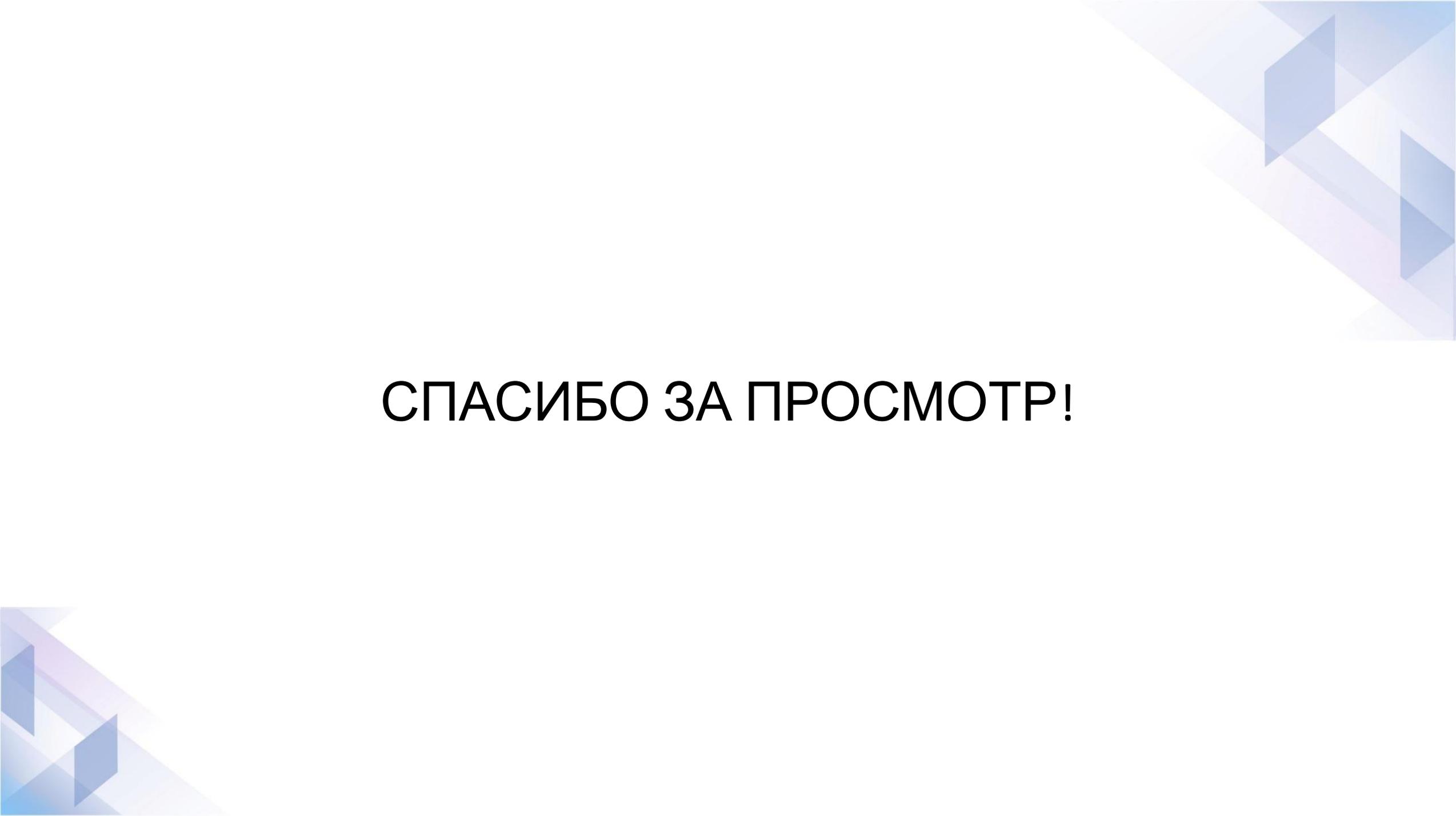
- В диссертации были проведены результаты сравнения различных библиотек, таких как TensorFlow, Keras, PyTorch, Kraken, Tesseract и EasyOCR. Хотя и библиотека EasyOCR набрала не столько высокий балл, она всё равно показала некоторые положительные аспекты и имеет потенциал для применения в конкретных ситуациях. Результаты сравнения процента распознавания рукописных цифр различных библиотек были показаны на следующем слайде.

## Результаты распознавания других библиотек



## Заключение

- В заключении данной работы был проведен аналитический обзор методов распознавания рукописных символов с использованием нейронных сетей и библиотеки EasyOCR. В ходе исследования были рассмотрены архитектуры нейронных сетей, алгоритмы распознавания и библиотеки, применяемые для этой задачи.
- Результаты данной работы имеют практическое значение и могут быть применены в различных областях, таких как сортировка почты, медицинские рецепты, учебные материалы и другие. Дальнейшие возможности развития приложения включают расширение его функциональности для распознавания других символов и улучшение алгоритмов предобработки изображений.

The image features decorative geometric patterns in the corners, consisting of overlapping translucent blue and purple shapes. The central text is in a bold, black, sans-serif font.

**СПАСИБО ЗА ПРОСМОТР!**