

**Аналитическая система почерковедческой  
идентификации авторов документов**

**ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Инв. №	Полп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Полп. и дата

## **АННОТАЦИЯ**

Данный документ содержит описание функциональных характеристик Аналитической системы почерковедческой идентификации авторов документов (АСПИАД).

Документ «Описание функциональных характеристик программного обеспечения» содержит сведения: о назначении и функциональных возможностях Программы, описание функциональных характеристик Программы.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие Сведения .....	4
1.1.	Наименование программы .....	4
1.2.	Назначение программы .....	4
1.3.	Функциональные возможности программы.....	4
1.4.	Особенности организации нейронной сети, используемой при анализе рукописных документов .....	5
2.	Описание функциональных характеристик .....	6
2.1.	Предварительная подготовка рукописных документов.....	6
2.1.1.	Предобработка рукописных материалов.....	6
2.1.2.	Поиск пустых областей на рукописных материалах.....	6
2.1.3.	Объединение рукописных материалов .....	7
2.2.	Автоматический анализ рукописных документов.....	7
2.2.1.	Поиск областей смены почерка на рукописных материалах .....	7
2.2.2.	Разметка областей нарушений почерка .....	8
2.3.	Предоставление возможности ручного анализа выявленных случаев неоднородности почерка .....	8

# **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

## **1.1. Наименование программы**

Полное наименование программы: Аналитическая система почерковедческой идентификации авторов документов.

Краткое наименование Программы – АСПИАД.

## **1.2. Назначение программы**

Аналитическая система почерковедческой идентификации авторов документов предназначена для анализа рукописных материалов на предмет определения неоднородности почерка и принадлежности текста разным авторам и может применяться для проведения автоматизированной почерковедческой экспертизы рукописных материалов. Это позволяет определить:

- принадлежность рукописного текста одному автору в рамках одного рукописного документа;
- принадлежность различных рукописных текстов, относящихся к этому автору рукописного документа.

## **1.3. Функциональные возможности программы**

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- предобработка рукописных материалов для обеспечения снижения факторов, влияющих на точность анализа и выделение полезной области рукописного документа;
- удаление пустых областей на рукописных материалах;
- соединение всех листов рукописного документа в объединенный документ автора;
- анализ объединенного документа на предмет неоднородности почерка;
- выявление областей рукописного текста, принадлежащих разным авторам (разный почерк);
- выявление областей рукописного текста, содержащие графики, рисунки, схемы, формулы (и другие элементы, выделяющиеся из общего текста);
- предоставление возможности ручного анализа выявленных случаев неоднородности почерка.

#### 1.4. Особенности организации нейронной сети, используемой при анализе рукописных документов

Анализ рукописного документа производится с использованием свёрточной нейронной сети глубокого обучения (Convolutional Neural Network, CNN) с сиаемской архитектурой, организованной на основе библиотек Tensorflow (<https://www.tensorflow.org/>) и Scikit-learn (<https://scikit-learn.org/stable/>).

Для достижения требуемых характеристик производительности достаточно развёртывания кластера нейронной сети на одном физическом узле. Логическая схема кластера приведена на рисунке ниже.

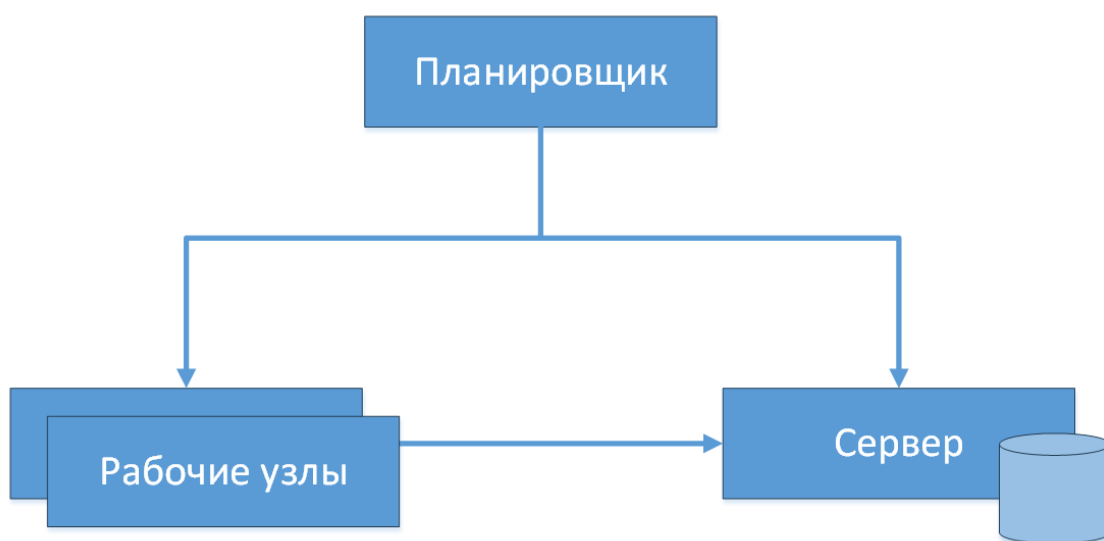


Рисунок 1 - Схема кластера нейронной сети

Топологически кластер состоит из трёх типов логических узлов:

- планировщик принимает команды и обеспечивает управление нейронной сетью;
- рабочий узел обеспечивает анализ информации с использованием предварительно обученной модели (обучение модели также проводится на рабочем узле), при этом логических узлов может быть несколько в зависимости от стоящих задач;
- сервер хранения модели.

Для получения результатов с заданной точностью (не менее 95%) достаточно одного рабочего узла в кластере.

## **2. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

### **2.1.Предварительная подготовка рукописных документов**

#### **2.1.1. Предобработка рукописных материалов**

При проведении анализа рукописных документов каждый документ проходит предварительную подготовку:

- предварительно обезличенный рукописный документ бинаризуется методами изменения цветового режима для получения 8-битного бинарного формата кадра;
- проводится контурный анализ полученного кадра посредством применения алгоритмов библиотеки `opencv` на основе детектора границ `canny`, с последующей аппроксимацией контуров;
- проводится сегментация области с текстом - предварительная фильтрация области с текстом при помощи операции размывания (`erode`);
- применяется метод поиска локальных максимумов (`findpeaks`) для сегментации области с текстом на строки;
- проводится сегментация слов посредством применения контурного анализа и метода `boundingbox` для слов;
- проводится логическая обработка результатов фильтрации с целью выделения полезной области рукописного документа.

#### **2.1.2. Поиск пустых областей на рукописных материалах**

Для поиска пустых областей (далее - Z-областей) используется специально обученная нейронная сеть, формируемая на том же кластере, на котором затем проводится анализ рукописного документа.

Для поиска Z-областей используется следующий алгоритм:

- после запуска кластера рабочий узел загружает модель нейронной сети с сервера, иницирует нейронную сеть в соответствии с заданными значениями гиперпараметров и загружает набор рукописных документов, на которых нужно определить наличие Z-области;
- веса связей между нейронами иницируются значениями, сохранёнными после обучения сети;
- из набора данных последовательно загружается по одному рукописному документу с размеченной полезной областью;

- полезная область рукописного документа загружается в нейронную сеть и анализируется, и на выходе формируется сравнительная характеристика, указывающая на наличие и положение Z-области;
- система запоминает положение Z-области на рукописном документе;
- после завершения анализа всех рукописных документов планировщик останавливает процесс поиска.

### **2.1.3. Объединение рукописных материалов**

При проведении анализа рукописных документов на наличие несанкционированных изменений полезные области всех рукописных документов всех авторов объединяются в единое изображение.

Алгоритм объединения рукописных документов выглядит следующим образом:

- для каждого автора производится выборка его документов по каждому рукописному документу, указанному при проведении анализа;
- полезные области каждого рукописного документа из выборки последовательно «склеиваются» друг под другом в единое изображение;

В итоге формируется изображение, содержащее текст всех рукописных документов автора. Положение Z-областей при этом указывается относительно координат созданного единого изображения.

## **2.2. Автоматический анализ рукописных документов**

### **2.2.1. Поиск областей смены почерка на рукописных материалах**

Для анализа используется кластер нейронной сети, и применяется нейронная сеть, обученная для идентификации несанкционированных изменений по алгоритму.

Автоматический анализ проводится по следующему алгоритму:

- после запуска кластера рабочий узел загружает модель с сервера, иницирует нейронную сеть в соответствии с заданными значениями гиперпараметров и загружает набор данных – набор объединённых изображений полезных областей рукописных документов;
- веса связей между нейронами иницируются значениями, сохранёнными после обучения;
- из набора данных последовательно загружается по одному объединённому изображению;

- методом скользящего окна из исходного изображения определяется набор фрагментов размером 128 x 512 пикселей с перекрытием 50% (т.е. смещение окна составляет 64 пикселей), при этом Z-области игнорируются;
- полученные фрагменты попарно загружаются в нейронную сеть и анализируются, и на выходе формируется сравнительная характеристика, позволяющая определить, присутствуют ли несанкционированные изменения в одном из фрагментов, или нет;
- результат сохраняется;
- повторяется процесс на следующей паре фрагментов, выбранного рукописного документа контрольного набора, затем выбирается следующее изображение и т.д. до конца набора данных;
- после завершения анализа всех рукописных документов планировщик останавливает процесс анализа.

В итоге по каждому объединённому изображению определяется положение областей рукописного текста, предположительно отражающих несанкционированные изменения.

### **2.2.2. Разметка областей нарушений почерка**

Результаты анализа рукописного документа поступают в алгоритм разметки областей несанкционированных изменений.

На объединённом изображении прямоугольником выделяется примерное положение области несанкционированных изменений. Вследствие технологии выделения фрагментов область может иметь погрешность по положению верхней и/или нижней границы  $\pm 64$  пикселей.

## **2.3. Предоставление возможности ручного анализа выявленных случаев неоднородности почерка**

В результате выполнения автоматического анализа на объединённых изображениях выявляются положения областей рукописного текста, предположительно представляющие собой несанкционированные изменения. Данные области выделяются графически прямоугольником (рамкой) для удобства проведения анализа специалистами, осуществляющими проверку в ручном режиме.

Ручной анализ проводится специалистом по следующему алгоритму:



- специалист осуществляет аутентификацию с использованием логина и пароля;
- анализирует выделенные области рукописного текста, предположительно отражающие несанкционированные изменения;
- проставляет отметку о подтверждении наличия несанкционированных изменений или переходит к проверке следующего объединенного изображения до того момента, пока все объединенные изображения, проанализированные нейронной сетью на этапе автоматического анализа, не будут полностью проверены.