

Научная статья  
УДК 651.4 + 004.932.2/.72'1/.75'1:004.8  
<https://doi.org/10.24143/2072-9502-2023-2-85-92>  
EDN LINBAE

## Моделирование процесса распознавания символов в нормативных документах организации

*Татьяна Владимировна Хоменко*<sup>✉</sup>,  
*Амин Альбертович Иргалиев, Владислав Дмитриевич Тараканов*

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, t\_v\_khomenko@mail.ru*<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Целью моделирования процесса оптического распознавания символов является повышение качества классификации различных документов. Нецифровые документы, например отсканированные или сфотографированные, в системах электронного документооборота сложно корректно классифицировать. Принято решение смоделировать процесс оптического распознавания символов в нормативных документах организации. Рассмотрены различные методы для моделирования данного процесса. Приведена структура подразделений для системы электронного документооборота. Рассмотрены методы реализации оптического распознавания символов (ОРС). Выявлены этапы разработки системы ОРС: обработка изображения, сегментация, распознавание. Проанализированы методы обработки изображения. Раскрыты основные процессы, связанные с обработкой изображения: выравнивание, размытие, бинаризация, нахождение контуров, удаление лишних линий. Произведено сравнение методов размытия изображения. Определены два этапа бинаризации изображения: перевод цветного изображения в серое, бинаризация серого изображения. В качестве второго этапа бинаризации предложен оператор Кенни, который используется для обнаружения границ изображения. Последним этапом обработки изображения установлен процесс удаления лишних линий. Рассмотрены алгоритмы разделения областей текста на сегменты. Выявлены 3 этапа сегментации: сегментация строк, сегментация слов, сегментация символов. Определен алгоритм сегментирования, основанный на вычислении средней яркости пикселей изображения для поиска различных интервалов: межстрочного, межсловного, межсимвольного. Рассмотрены доступные популярные онлайн-сервисы ОРС, а также некоторые популярные настольные программы. Обнаружена связь между искусственной нейронной сетью и оптическим распознаванием объектов. Для реализации этапа распознавания предложено использовать искусственную нейронную сеть.

**Ключевые слова:** обработка изображений, сегментация, распознавание символов, бинаризация, размытие, контуры изображений, искусственная нейронная сеть, классификация документов, документооборот, ознакомление с документом, организация, управление

**Для цитирования:** Хоменко Т. В., Иргалиев А. А., Тараканов В. Д. Моделирование процесса распознавания символов в нормативных документах организации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика 2023. № 2. С. 85–92. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2023-2-85-92>. EDN LINBAE.

Original article

## Simulation of process of symbol recognition in regulating documents of organization

*Tatyana V. Khomenko*<sup>✉</sup>, *Amin A. Irgaliev, Vladislav D. Tarakanov*

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, t\_v\_khomenko@mail.ru*<sup>✉</sup>

**Abstract.** Improving the quality of classification of different documents is a purpose of modeling the optical character recognition. Non-digital documents, such as scanned or photographed documents, are difficult to classify correctly in electronic document management systems. A decision was made to simulate the process of optical character recognition in the regulatory documents of the organization. There have been considered various methods of modeling the

process. The structure of departments for the electronic document management system is given. Methods of implementing optical character recognition (OCR) are considered. The stages of the OCR system development are revealed: image processing, segmentation, recognition. The methods of image processing are analyzed. The main processes associated with image processing are disclosed: alignment, blurring, binarization, finding contours, removing extra lines. Comparison of image blur methods is made. Two stages of image binarization are defined: conversion of a color image into a gray image, binarization of a gray image. The Kenny operator is proposed as a second stage of binarization, which is used to detect the boundaries of the image. The last stage of image processing is the process of removing extra lines. Algorithms for dividing text areas into segments are considered. 3 stages of segmentation are identified: string segmentation, word segmentation, character segmentation. A segmentation algorithm is defined based on calculating the average brightness of image pixels to search for different intervals: line spacing, word spacing, character spacing. Available popular online OCR services as well as some popular desktop programs are considered. A connection has been found between an artificial neural network and optical object recognition. To implement the recognition stage, it is proposed to use an artificial neural network.

**Keywords:** image processing, segmentation, character recognition, binarization, blurring, image contours, artificial neural network, document classification, document flow, document familiarization, organization, management

**For citation:** Khomenko T. V., Irgaliev A. A., Tarakanov V. D. Simulation of process of symbol recognition in regulating documents of organization. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, computer science and informatics*. 2023;2:85-92. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-85-92>. EDN LINBAE.

### **Введение**

В настоящее время большие организации все чаще имеют сложную иерархическую структуру [1]. При отсутствии системы электронного документооборота на предприятии отсутствует возможность эффективного и грамотного кадрового, налогового, управленческого и бухгалтерского учета [2]. При выдаче нового документа на ознакомление сотрудникам затрачивается много времени, а учет ознакомленных вести самостоятельно в материальном или электронном журнале неэффективно. Ознакомление сотрудника с документом, отправленным ему на электронную почту, отследить в полной мере практически невозможно, остается только полагаться на ответственность самих сотрудников [3]. Помимо всего прочего, на текущий момент наблюдается дефицит бумаги, что приводит к еще большим временным и материальным расходам для организации [4]. Современные предприятия отходят от ручной волокиты и доверяют некоторые задачи компьютеру, и оборот документов не стал исключением. Благодаря системам электронного документооборота (СЭД) [5] сокращается время, затрачиваемое сотрудниками на данную работу, а также снижается нагрузка на персонал [3]. Одна из задач СЭД – выдача нормативного документа на ознакомление сотруднику определенного подразделения. На этот процесс уходит немалое количество времени. Но благодаря современным тенденциям можно повысить эффективность решения поставленной задачи. Система электронного документооборота может использовать методы искусственного интеллекта [6], которые позволяют определять класс документа, исходя из ключевых слов, и подбирают возможные варианты подразделений и сотрудников, чьи компетенции удовлетворяют классу документа. Такой процесс называют классификацией документов [7]. Классификация документов происходит путем ознакомления программного обеспечения с документами, т. е. систе-

ма определяет, сопоставляется ли содержимое документа с компетенциями какого-либо подразделения, для этого она должна изучить этот документ. Компьютер, в отличие от человека, не может отличить изображение от оцифрованного документа, поэтому при классификации документов может возникнуть проблема низкого качества классификации в связи с нецифровым форматом нормативных документов. Решить данную проблему помогает процесс оптического распознавания символов (ОРС) в нормативных документах. Благодаря данному процессу СЭД сможет эффективнее определять ключевые слова того или иного нормативного документа и классифицировать его для дальнейшего выявления потенциальных подразделений-получателей. Подобные программы с открытым исходным кодом уже разрабатывались, например в [8], но проблема в том, что данная программа разработана для операционной системы Linux, что сужает круг ее использования. Остальные системы либо не open source, либо имеют слишком высокую стоимость, либо имеют много лишних функций и их нельзя прикрепить модулем к СЭД. В связи с этим актуальной научной задачей является моделирование процесса ОРС для системы электронного документооборота.

### **Документооборот в организации**

В больших организациях сотрудники делятся на группы (подразделения), каждая из которых выполняет определенную задачу.

Для системы электронного документооборота была выбрана следующая иерархическая структура подразделений:

- каждое подразделение имеет одного руководителя и постоянного заместителя руководителя (может не иметь постоянного заместителя);
- каждое подразделение имеет одного или несколько временных заместителей руководителя (может не иметь временных заместителей);

– каждое подразделение имеет родителя (подразделение, которое стоит выше по иерархии).

Подразделение, не имеющее родителя, стоит на одном из самых высоких мест по иерархии.

Как описано выше, существуют подразделения, функционирование которых связано с определенным родом деятельности в организации. В каждом подразделении сотрудник назначается на определенную должность. Выбрана модель, в которой к группам привязывается не сотрудник, а определенная должность, на которую впоследствии назначается сотрудник.

После выбора модели подразделений (групп) решается задача ознакомления сотрудников организации с нормативными документами.

Сами нормативные документы в систему загружает Директор системы.

Так как в каждом подразделении обязательно есть руководитель, то при поступлении в систему

какого-либо нормативного документа первым данный документ от Директора получает руководитель подразделения (в соответствии с компетенциями документа), после чего пересылает полученный документ своим подчиненным и, если нужно, пересылает руководителю нижестоящей по иерархии группы.

### Оптическое распознавание символов

При добавлении нового нормативного документа в СЭД может оказаться так, что загружаемый документ имеет нецифровой вид, т. е. он может быть изображением. В дальнейшем в СЭД будет добавлен модуль классификации документов, поэтому все загружаемые документы должны быть в текстовом виде. Этого поможет достигнуть модуль ОРС.

Данный модуль включает три этапа: обработка изображения, сегментация и само распознавание объектов [9] (рис. 1).

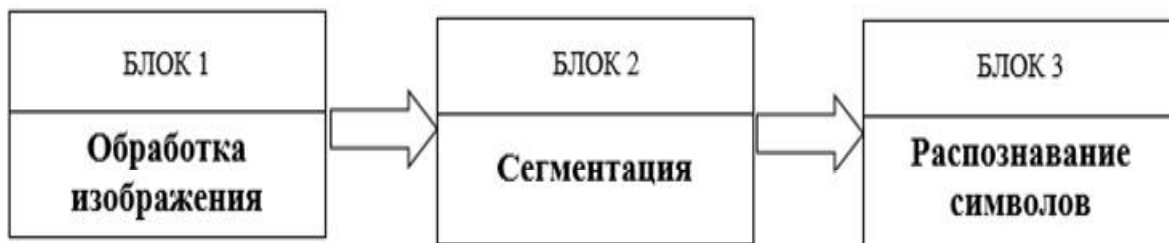


Рис. 1. Схема этапов процесса распознавания символов

Fig. 1. Diagram of the stages of the character recognition process

### Обработка изображения

Первый этап в распознавании символов – обработка изображения (см. рис. 1, блок 1). Обработка изображений – форма обработки информации, входным параметром которой является изображение, например фотография или отсканированный документ. Обработка изображений может осуществляться как для получения изображения на выходе (например, подготовка к полиграфическому тиражированию, к телетрансляции и т. д.), так и для получения другой информации (распознавание текста).

Поскольку документы редко бывают отсканированы ровно, текст документа может оказаться в какой-то степени наклонен, что ухудшает качество распознавания. Поэтому необходимо произвести процесс выравнивания изображения. Этого можно добиться за счет выявления строк текста и приведения их к горизонтальным (рис. 2).

Для сглаживания изображения (удаления шума) можно использовать два распространенных метода: размытие по Гауссу и медианное размытие.



Рис. 2. Выравнивание за счет выявления горизонтальных линий

Fig. 2. Alignment by detecting horizontal lines

Медианное размытие более эффективно против шума от «соли». Но чаще всего в изображении для распознавания присутствует «гауссовский шум», а не шум от «соли», поэтому эффективнее использовать размытие по Гауссу (рис. 3).



Рис. 3. Переход от исходного изображения к размытому

Fig. 3. Transition from the original image to a blurry image

Как известно, размытие по Гауссу производится через функцию Гаусса. Функция Гаусса используется для вычисления преобразования, применяемого к каждому пикселю изображения. Формула функции Гаусса в одном измерении [10]:

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}},$$

где  $G$  – функция Гаусса;  $x$  – горизонтальная координата точек;  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение нормального распределения;  $e$  – число Эйлера, неперово число.

В двух измерениях это произведение двух функций Гаусса, по одной для каждого измерения:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}},$$

где  $y$  – вертикальная координата точек.

Цветное изображение можно представить, как двумерные массивы со слоями (каналами), представляющими цвет. Любой элемент такого массива в каждом слое сохраняет интенсивность этого пикселя в канале, поэтому при сложении пикселей из каждого канала создается уникальный общий цвет пикселя изображения [11].

После выравнивания изображения необходимо провести бинаризацию, т. е. перевести входное цветное изображение в черно-белое (бинарное). Сразу перевести цветное изображение в черно-белое достаточно сложно, поэтому данный процесс можно разделить в два этапа: представление цветного изображения в градациях серого, перевод серого изображения в бинарное [12].

Представление цветного изображения в градациях серого не представляет трудности, т. к. значение серого цвета каждого пикселя можно вычислить через три составляющих каждого цветного пикселя: цветовая схема RGB:

$$g = \frac{(66 \cdot R + 129 \cdot G + 25 \cdot B + 128)}{256} + 16,$$

где  $R$  – красный слой;  $G$  – зеленый слой;  $B$  – синий слой.

Второй этап, а именно перевод серого изображения в бинарное, состоит из перевода каждого серого пикселя, значение которого от 0 до 255, в бинарное значение – 0 и 1, где 0 – белый цвет (передний план), 1 – черный цвет (фон).

Для этого можно использовать оператор Кенни [13], который позволяет находить границы изображения (рис. 4).



Рис. 4. Поиск границ изображения через оператор Кенни

Fig. 4. Finding for image boundaries by using the Kenny operator

В качестве дополнительного этапа перед использованием оператора Кенни можно провести процесс уменьшения количества пикселей изображения. Это в какой-то степени поможет более точно найти необходимые границы с помощью оператора Кенни, а также ускорит работу во столько раз, во сколько сожмется изображение.

После того как найдены границы текста, можно преобразовать изображение в удобный для дальнейших манипуляций вид: белый фон, черные символы – это необходимо для дальнейшей сегментации, после чего необходимо удалить все лишние линии, которые не являются текстом. Используемые для этого алгоритм Блумберга и морфологическая обработка представлены в [12].

### Сегментация

Вторым этапом в распознавании символов является сегментация (см. рис. 1, блок 2). Когда изображение обработано, необходимо поделить его на сегменты: строки, слова и буквы. Это необходимо для того, чтобы распознавать каждый символ по отдельности, затем распознанные символы соединять в слова и проверять их на корректность. Допустим, нужно распознать слово «ноль». Так как по характеристикам буква «о» схожа с цифрой «0», система может распознать эту букву неверно. Для сокращения количества ошибок слова, после соединения букв, проверяются на корректность. Проверка выдаст, что слова «ноль» не существует, но есть слово «ноль», и скорректирует его.

Будем рассматривать не цветное изображение, т. к. в этом случае проще разделять изображение на текстовые области. Для этого будем использовать матрицу яркости  $C = \{c_{ij}\}$ , где  $i$  принимает

значения от 1 до  $n$ , а  $j$  принимает значения от 1 до  $m$  ( $n$  – ширина изображения, а  $m$  – высота) [14].

Для определенности будем считать, что  $c^{\max}$  – это максимальная яркость пикселя, т. е. черный цвет, а  $c^{\min}$  – это минимальная яркость (равная 0), т. е. белый цвет:  $0 \leq c_{ij} \leq c^{\max}$ .

Сегментация происходит в 3 этапа: сегментация строк, сегментация слов, сегментация символов.

1. Задача разделения изображения на строки решается нахождением верхних и нижних границ текстовой области. Так как пиксели изображения делятся на более яркие и менее яркие, после обработки изображения фон становится менее ярким (светлее), а текстовая область – более яркой (темнее).

Для начала найдем средние значения яркости для всех пиксельных строк:

$$f_j(C) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{ij}.$$

Затем определим среднее значение яркости всего изображения:

$$f(C) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j(C).$$

Средняя яркость межстрочных интервалов минимальна (равна 0). Исходя из этого яркость верхней границы, как и яркость нижней границы, можно определить через среднюю яркость всего изображения:  $f^{\text{top}} = k^{\text{top}} \cdot f(C)$  и  $f^{\text{bot}} = k^{\text{bot}} \cdot f(C)$  соответственно, где  $0 \leq k \leq 1$ .

Работа алгоритма заключается в последовательной проверке массива средних значений яркости строк ( $row_1, \dots, row_m$ ) и выявлении множеств пар индексов  $row^{\text{top}}_i$  и  $row^{\text{bot}}_i$ , являющихся верхней и нижней границами строки  $i$ .

2. В качестве входных данных второго этапа сегментации выступают изображения, отражающие только строки, найденные на первом этапе.

Для более точного разделения строки на слова входное изображение необходимо дополнительно обработать: увеличить контрастность изображения (удалить шум и лишние точки) и применить «размазывающий» фильтр.

Алгоритм основывается на том, что средняя яркость межсловных интервалов гораздо ниже средней яркости областей со словами. Он схож с алгоритмом сегментации строк, но просмотр средней яркости производится не по строкам, а в столбце.

Для начала найдем среднее значение яркости для всех пиксельных столбцов:

$$f_i(C) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m c_{ij}. \quad (1)$$

Затем определяем среднее значение яркости изображения строки:

$$f(C) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i(C).$$

Яркость левой границы (начало слова), как и яркость правой границы (конец слова), можно выразить через среднюю яркость изображения строки:  $f^{\text{left}} = k^{\text{left}} \cdot f(C)$  и  $f^{\text{right}} = k^{\text{right}} \cdot f(C)$  соответственно, где  $0 \leq k \leq 1$ .

Работа алгоритма сегментации слов заключается в последовательной проверке массива средних значений яркости столбцов ( $col_1, \dots, col_n$ ) и выявлении множеств пар индексов  $col^{\text{left}}_i$  и  $col^{\text{right}}_i$  пиксельных строк, являющихся левой и правой границами слова  $i$ .

3. Процесс сегментации символов самый сложный, т. к. межсимвольные интервалы в большинстве изображений не так явно выделены, как межстрочные или межсловные.

Общая схема алгоритма сегментации символов состоит из двух этапов: поиска локальных минимумов и удаления ложных границ.

Поиск локальных минимумов производится на соседних интервалах изменения индекса столбца. Размер интервала определяется на основе высоты строки. Для большинства шрифтов соотношение ширины символа и его высоты не превышает 0,3. Исходя из этого размер интервала равен  $h_j = 0,3 \cdot m$ .

Поиск минимума производится следующим образом:

1. Найдем для всех пиксельных столбцов их среднее значение яркости. Необходимо использовать формулу (1).

2. Среди значений  $c_i$  выполняется поиск первого минимума в диапазоне от 1 до  $h_j$ .

3. При найденном минимуме с индексом  $i^1_{\min}$  следующий минимум ищем в диапазоне от  $i^1_{\min} + 1$  до  $i^1_{\min} + 1 + h_j$ .

4. Процедура поиска повторяется, пока не будет достигнута граница изображения слова ( $i = n$ ). Все значения  $i^1_{\min}$ , которые соответствуют локальным минимумам, сохраняются в списке  $W_0$ .

Процесс удаления ложных границ проводится в несколько этапов.

Локальный минимум в столбце  $i$  является претендентом на принадлежность к межсимвольному интервалу, если значение средней яркости  $col_i$  в рассматриваемом столбце меньше выделенной границы яркости  $c^b$  ( $b$  – bottom, нижняя граница яркости) и при этом значение средней яркости в столбцах, удаленных от данного локального минимума на 2 пикселя с двух сторон, больше границы яркости.

Формула для вычисления границы яркости:

$$c^b = k^b \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i(C).$$

В конечном итоге из списка индексов локальных минимумов  $W_0$  исключаются индексы столбцов, средняя яркость которых не удовлетворяет данному условию. Формируется второй список ( $W_1$ ) с претендентами на принадлежность к межсимвольным интервалам.

На данном этапе в списке претендентов остались ненужные границы, которые делят символ на части. Это может происходить с широкими слабосвязанными символами, такими как Ц, П, Н и др. Необходи-

мо разделить изображение символа на 3 уровня по вертикали и анализировать уровни отдельно. Разделение изображения происходит следующим образом: верхний уровень – 30 % от высоты символа, средний уровень – 45 % от высоты символа, нижний уровень – 60 % от высоты символа.

Для максимумов яркости каждого уровня  $high_k$ ,  $medium_k$  и  $low_k$  столбца  $k$  и максимумов яркости уровней  $high_{k+1}$ ,  $medium_{k+1}$  и  $low_{k+1}$  столбца  $k+1$  требуется, чтобы выполнялось следующее условие:

$$(high_k = high_{k+1}) \cdot (medium_k = medium_{k+1}) \cdot (low_k = low_{k+1}).$$

Средняя яркость столбца  $k$  должна быть меньше максимума яркости соседнего столбца  $k+1$ .

Максимум яркости в столбце  $k$  должен быть больше удвоенного абсолютного значения разности между значениями максимумов яркости столбца  $k$  и соседнего столбца  $k+1$ .

Если для рассматриваемого столбца выполняются все требования связности с соседями с каждой из сторон, то граница удаляется как ошибочная, иначе производится повторная проверка. Расстояние до левой границы  $h_k$  должно быть больше допустимого минимума  $h_{\min}(h_{\min} = 0,4 \cdot n)$ .

Далее из списка индексов претендентов  $W_1$  исключаются индексы столбцов, которые имеют связь с соседними столбцами (ложные границы), и формируется конечный список индексов границ  $W_2$ .

### Распознавание символов

Для распознавания (см. рис. 1, блок 3) можно использовать функцию извлечения. После сегментации, когда система знает, какие символы нужно распознать, каждый символ сравнивается с различными правилами, которые описывают некий возможный характер символа. Например, две вертикальные линии равной высоты, соединенные одной горизонтальной линией приблизительно в середине, вероятно, являются буквой «н».

Достоинством данного метода является отсутствие ограничений на определенные шрифты или размеры, недостатком – сложность программирования различных правил, характеризующих символы.

Для распознавания объектов можно использовать полносвязную искусственную нейронную сеть (рис. 5) [15], которая состоит из 3 слоев: входного, скрытого и выходного.

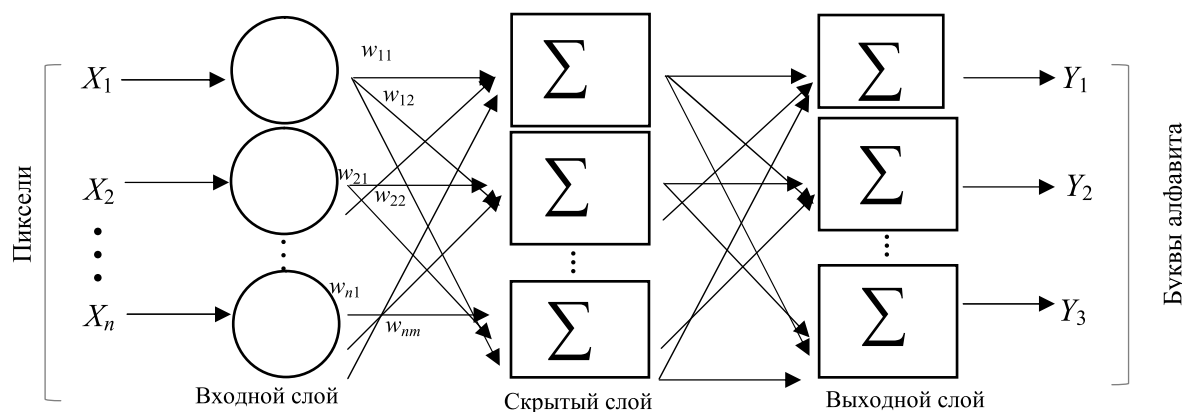


Рис. 5. Схема полносвязной нейронной сети:  $X$  – входные данные;  $Y$  – выходные данные

Fig. 5. Diagram of a fully connected neural network:  $X$  – input data;  $Y$  – output data

На вход нейросети подаются пиксели изображения, т. е. данный слой состоит из  $n \times t$  нейронов, где  $n$  – высота изображения, а  $t$  – ширина. Выходной слой состоит из  $k$  нейронов, где  $k$  – размер используемого алфавита. Для каждого слоя, кроме первого, входным параметром будет являться выходной вектор предыдущего слоя.

Входными данными ( $X$ ) являются пиксели изображения, например  $28 \times 28$  пикселей – изображение

распознаваемого символа. Выходными данными ( $Y$ ) будут являться распознанные символы некоего алфавита, например 62 различных символа (A–Z, 0–9).

Индукционное локальное поле  $u$  (иными словами, сумматор) и функция активации  $f(u)$  выглядят следующим образом:

$$y = f(u); \quad u = \sum_{i=1}^n w_{ij} x_i + w_0 x_0,$$

где  $u$  – индуцированное локальное поле;  $f(u)$  – функция активации;  $w_{ij}$  – веса ходов;  $x_i$  – сигналы на входах нейрона (пиксели изображения);  $w_0x_0$  – инициализация нейрона.

Использование спроектированной модели процесса позволит ускорить процесс проведения ознакомления с документом в организации за счет сокращения времени подготовки документа к обработке.

### Заключение

В ходе работы исследованы основные этапы обработки изображения. Выявлены необходимые методы, позволяющие наиболее корректно подготовить изображение для дальнейшей работы с ним: наиболее подходящий метод размытия изображения, основанный на задаче оптического распознавания символов; в качестве второго этапа бинаризации предложено использование оператора Кен-

ни, необходимого для нахождения границ на изображении; для удаления лишних линий предложен метод Блумберга с морфологической обработкой.

Проанализированы методы для разделения изображения на нужные сегменты, выявлены необходимые этапы: алгоритм сегментации строк, основанный на средней яркости пикселей межстрочных интервалов; алгоритм сегментации слов, основанный на средней яркости пикселей межсловных интервалов; алгоритм сегментации символов, основанный на средней яркости пикселей межсимвольных интервалов.

Спроектирована возможная схема искусственной нейронной сети для этапа распознавания символов.

Спроектированная модель процесса распознавания символов может применяться для автоматизации документооборота в организациях.

### Список источников

1. Ануфриева О. Б. Организационная структура как важный механизм управления предприятием // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Социально-экономические науки. 2007. № 3. С. 5–6.
2. Левашина Е. О. Анализ использования систем электронного документооборота органами исполнительной власти Российской Федерации // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 2. С. 153–157.
3. Бобылева М. П. Управленческий документооборот: от бумажного к электронному. Вопросы теории и практики. М.: ТЕРМИКА.РУ, 2019. 470 с.
4. Еленцева Л. Снижение расходов на печать и бумагу. URL: [https://kontur.ru/diadic/spravka/21936-smizhenie\\_gaschodov\\_na\\_pechat\\_i\\_bumagu](https://kontur.ru/diadic/spravka/21936-smizhenie_gaschodov_na_pechat_i_bumagu) (дата обращения: 23.10.2022).
5. Замыцких П. В. Автоматизация принятия управленческих решений при оперативном учете хода производства на основе систем электронного документооборота: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2013. 24 с.
6. Перова М. В., Сибилева А. А. Искусственный интеллект в системах электронного документооборота // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 81-2. С. 33–36.
7. Федотов А. М., Прозоров О. В., Федотова О. А., Бапанов А. А. О подходе к тематической классификации документов // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информационные технологии. 2017. № 1. С. 1–2.
8. Программа для оптического распознавания символов «OCRFeeder». 2009. URL: <https://pingvinus.ru/program/ocrfeeder> (дата обращения: 15.11.2022).

9. OCR algorithms: a complete guide. URL: <https://www.itransition.com/blog/ocr-algorithm> (дата обращения: 12.11.2022).
10. Стецюк В. Б. Методы устранения шумов на изображениях // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню космонавтики (Красноярск, 08–12 апреля 2019 г.): в 3-х т. Красноярск: Изд-во Сиб. гос. ун-та науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, 2019. Т. 2. С. 176–178.
11. Доронин Ю. Д. Методы обработки изображений и использование компьютерного зрения в OCR // STUDNET. 2021. Т. 4. № 5. Порядковый № 94.
12. Никитенков В. Л., Поберий А. А. Бинаризация и сегментация отсканированного текста // Вестн. Сыктывкар. ун-та. Сер. 1. 2013. № 17. С. 113–123.
13. Калинин Ю. В. Анализ алгоритмов выделения контуров цифровых изображений // Науч. тр. SWORLD. 2015. № 1 (38). С. 14–17.
14. Сегментация изображения текста. URL: <https://mechanoid.kiev.ua/cv-text-image-segmentator.html> (дата обращения: 10.11.2022).
15. Навойчик А. В., Гурин Н. И. Распознавание текстовых изображений при помощи нейронных сетей // Информационные технологии в образовании, науке и производстве: IV Междунар. науч.-техн. интернет-конф. (Минск, 18–19 ноября 2016 г.). Минск: Изд-во БНТУ, 2016. URL: [https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27276/Raspoznavanie\\_tekstovyyh\\_izobrazhenij.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27276/Raspoznavanie_tekstovyyh_izobrazhenij.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата обращения: 20.10.2022).

### References

1. Anufrieva O. B. Organizatsionnaya struktura kak vazhnyi mekhanizm upravleniya predpriatiem [Organizational structure as important mechanism for enterprise management]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, 2007, no. 3, pp. 5-6.

2. Levashina E. O. Analiz ispol'zovaniia sistem elektronnoho dokumentooborota organami ispolnitel'noi vlasti Rossiiskoi Federatsii [Analysis of use of electronic document management systems by executive authorities of Russian Federation]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika*, 2013, no. 2, pp. 153-157.

3. Bobyleva M. P. *Upravlencheskii dokumento-oborot: ot bumazhnogo k elektronnomu. Voprosy teorii i praktiki* [Management document flow: from paper to electronic. Questions of theory and practice]. Moscow, TERMIKA.RU Publ., 2019. 470 p.
4. Elentseva L. *Snizhenie raskhodov na pechat' i bumagu* [Reducing cost of printing and paper]. Available at: [https://kontur.ru/diadoc/spravka/21936-snizhenie\\_rasxodov\\_na\\_pechat\\_i\\_bumagu](https://kontur.ru/diadoc/spravka/21936-snizhenie_rasxodov_na_pechat_i_bumagu) (accessed: 23.10.2022).
5. Zamytskikh P. V. *Avtomatizatsiia priniatiia upravlencheskikh reshenii pri operativnom uchte khoda proizvodstva na osnove sistem elektronnoho dokumentooborota. Avtoreferat dissertatsii ... kand. tekhn. nauk* [Automation of managerial decision-making in operational accounting of progress of production based on electronic document management systems. Diss. Abstr. ... Cand. Tech. Sci.]. Moscow, 2013. 24 p.
6. Perova M. V., Sibileva A. A. *Iskusstvennyi intellekt v sistemakh elektronnoho dokumentooborota* [Artificial intelligence in electronic document management systems]. *Tendentsii razvitiia nauki i obrazovaniia*, 2022, no. 81-2, pp. 33-36.
7. Fedotov A. M., Prozorov O. V., Fedotova O. A., Bapanov A. A. *O podkhode k tematicheskoi klassifikatsii dokumentov* [On approach to thematic classification of documents]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Informatsionnye tekhnologii*, 2017, no. 1, pp. 1-2.
8. *Programma dlia opticheskogo raspoznavaniia simvolov «OCRFeeder». 2009.* [The program for optical character recognition OCRFeeder. 2009]. Available at: <https://pingvinus.ru/program/ocrfeeder> (accessed: 15.11.2022).
9. *OCR algorithms: a complete guide.* Available at: <https://www.itransition.com/blog/ocr-algorithm> (accessed: 12.11.2022).
10. Stetsiuk V. B. *Metody ustraneniia shumov na izobrazheniakh* [Methods for eliminating noise in images]. *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики: sbornik materialov V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi Dniu kosmonavтики (Krasnoiar'sk, 08–12 apreliia 2019 g.): v 3-kh t.* Krasnoiar'sk, Izd-vo Sib. gos. un-ta nauki i tekhnologii im. akad. M. F. Reshetneva, 2019. Vol. 2. Pp. 176-178.
11. Doronin Iu. D. *Metody obrabotki izobrazhenii i ispol'zovanie komp'iuternogo zreniia v OCR* [Methods of image processing and use of computer vision in OCR]. *STUDENT*, 2021, vol. 4, no. 5, serial no. 94.
12. Nikitenkov V. L., Poberii A. A. *Binarizatsiia i segmentatsiia otskanirovannogo teksta* [Binarization and segmentation of scanned text]. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 1*, 2013, no. 17, pp. 113-123.
13. Kalinichenko Iu. V. *Analiz algoritmov vydeleniia konturov tsifrovyykh izobrazhenii* [Analysis of algorithms for extracting contours of digital images]. *Nauchnye trudy SWORLD*, 2015, no. 1 (38), pp. 14-17.
14. *Segmentatsiia izobrazheniia teksta* [Text image segmentation]. Available at: <https://mechanoid.kiev.ua/cv-text-image-segmentator.html> (accessed: 10.11.2022).
15. Navoichik A. V., Gurin N. I. *Raspoznavanie tekstovykh izobrazhenii pri pomoshchi neironnykh setei* [Recognition of text images using neural networks]. *Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii, nauke i proizvodstve: IV Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaiia internet-konferentsiia (Minsk, 18–19 noiabria 2016 g.)*. Minsk, Izd-vo BNTU, 2016. Available at: [https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27276/Raspoznavanie\\_tekstovykh\\_izobrazhenij.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27276/Raspoznavanie_tekstovykh_izobrazhenij.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (accessed: 20.10.2022).

Статья поступила в редакцию 30.11.2022; одобрена после рецензирования 08.12.2022; принята к публикации 24.04.2023  
The article is submitted 30.11.2022; approved after reviewing 08.12.2022; accepted for publication 24.04.2023

### Информация об авторах / Information about the authors

**Татьяна Владимировна Хоменко** – доктор технических наук, доцент; заведующий кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления; Астраханский государственный технический университет; [t\\_v\\_khomenko@mail.ru](mailto:t_v_khomenko@mail.ru)

**Tatyana V. Khomenko** – Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Automated Control and Data Processing Systems; Astrakhan State Technical University; [t\\_v\\_khomenko@mail.ru](mailto:t_v_khomenko@mail.ru)

**Амин Альбертович Иргалиев** – магистрант кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления; Астраханский государственный технический университет; [irgaliev01@mail.ru](mailto:irgaliev01@mail.ru)

**Amin A. Irgaliev** – Master's Course Student of the Department of Automated Control and Data Processing Systems; Astrakhan State Technical University; [irgaliev01@mail.ru](mailto:irgaliev01@mail.ru)

**Владислав Дмитриевич Тараканов** – магистрант кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления; Астраханский государственный технический университет; [vladislav.tarakanov@bk.ru](mailto:vladislav.tarakanov@bk.ru)

**Vladislav D. Tarakanov** – Master's Course Student of the Department of Automated Control and Data Processing Systems; Astrakhan State Technical University; [vladislav.tarakanov@bk.ru](mailto:vladislav.tarakanov@bk.ru)

