

УДК 004.932.75'1

**Разработка системы распознавания печатного и рукописного текста с модулем сегментации и автоматической коррекцией искажений для автоматизации обработки ВПР бланков.**

**Сагайдак А.А., Федоров Д.А. (ИТМО)**

**Научный руководитель - доцент, Федоров Д.А.  
(ИТМО)**

**Введение.** Ежегодно образовательные учреждения обрабатывают большое количество титульных листов ВПР. В большинстве случаев этот процесс выполняется вручную, что требует значительных временных затрат и повышает вероятность ошибок.

Для автоматизации обработки разработана система распознавания печатных и рукописных символов с модулем сегментации и коррекцией искажений. Система извлекает данные с бланков ВПР и преобразует их в машиночитаемый формат. В отличие от традиционных OCR-решений, разрабатываемая система ориентирована на работу с реальными бланками, учитывая искажения, вариативность почерка и дефекты сканирования.

**Основная часть.** Разработанная система включает несколько ключевых этапов: сегментацию изображения, предобработку данных, распознавание символов и формирование структурированного результата.

Одним из ключевых этапов является сегментация изображения, выполняемая с использованием модели обнаружения объектов YOLO. Данный подход позволяет автоматически определять границы таблиц и отдельных ячеек даже при наличии искажений, смещений или отсутствия четких границ. Для обучения модели был сформирован специализированный датасет, включающий около 200 реальных бланков ВПР, отличающихся высокой вариативностью почерков, углов наклона и качества сканирования. Разметка данных выполнялась с использованием инструмента CVAT с применением полуавтоматических методов на основе LLM, а также последующей ручной валидации.

После сегментации выполняется этап предобработки изображений, направленный на повышение качества распознавания. В рамках данного этапа выполняются следующие операции: удаление лишнего фона, преобразование изображения в градации серого, повышение контраста методом CLAHE, бинаризация методом Отсу, морфологическая обработка для устранения разрывов линий, нормализация изображения и приведение его к стандартному размеру 28x28 пикселей, аналогичному формату MNIST.

Распознавание рукописных символов осуществляется с использованием сверточной нейронной сети (CNN), модифицированной для работы с реальными данными. В отличие от базовой архитектуры, разработанная модель включает методы регуляризации, такие как Batch Normalization, Dropout и L2-регуляризация, что позволяет повысить устойчивость к шумам и уменьшить переобучение. Для обучения использовались как стандартные датасеты (MNIST), так и специализированный датасет, сформированный на основе реальных бланков ВПР, включающий цифры, а также дополнительные символы, такие как “-” и “х”.

Распознавание печатного текста реализовано с использованием системы Tesseract OCR, дополненной этапом предобработки изображения для повышения точности извлечения данных.

После завершения распознавания результаты преобразуются в структурированный формат JSON и передаются через API для дальнейшего использования. Разработанная система обеспечивает полный цикл обработки

документа — от загрузки изображения до получения цифрового результата.

**Результаты.** В ходе проведения экспериментов была достигнута высокая точность распознавания символов на реальных бланках ВПР. В частности, точность распознавания рукописных символов была повышена с 82% до 93% благодаря использованию специализированного датасета и модифицированной архитектуры нейронной сети.

Дополнительно было установлено, что разработанная система способна корректно обрабатывать бланки с различными видами искажений, включая наклоны, дефекты сканирования и вариативность почерка. Время обработки одного изображения составляет около 1,5 секунд на стандартной вычислительной системе и может быть дополнительно сокращено при использовании графических ускорителей.

Система была апробирована в образовательных учреждениях Санкт-Петербурга и продемонстрировала высокую эффективность при автоматизации обработки бланков ВПР.

**Выводы.** В результате проведенного исследования была разработана система автоматического распознавания печатных и рукописных символов с использованием современных методов компьютерного зрения и нейронных сетей.

К основным результатам работы относятся: разработка модели сегментации на основе алгоритма обнаружения объектов YOLO; формирование и разметка специализированного датасета реальных бланков ВПР; разработка модифицированной CNN-модели для распознавания рукописных символов; реализация методов предобработки изображений для повышения качества распознавания; интеграция Tesseract OCR для распознавания печатного текста; повышение точности распознавания до 93% на реальных данных; разработка системы автоматизации обработки бланков ВПР.

Разработанное решение позволяет значительно сократить время обработки документов, повысить точность распознавания и уменьшить нагрузку на сотрудников образовательных учреждений. В перспективе планируется дальнейшее расширение системы и внедрение её в образовательные организации для автоматизации обработки учебной документации.

#### **Список использованных источников:**

1. Garrido-Munoz C. Handwritten Text Recognition: A Survey [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2502.08417> (дата обращения: 15.02.2026)
2. Sapkota R., Karkee M. Ultralytics YOLO Evolution: An Overview of YOLOv8 and Modern Object Detection Models [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2510.09653> (дата обращения: 11.11.2025)
3. Schneidereit T., Gohrenz S., Breub M. Object Detection Characteristics Using YOLOv8 [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2503.10356> (дата обращения: 13.11.2026)
4. Agrawal V. Exploration of Advancements in Handwritten Document Recognition Using Deep Learning [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305324000346> (дата обращения: 13.11.2026)
5. Boufenar C., Rabiai M., Zahaf B., Ouaras K. CNN and Transformer-Based Handwritten Text Recognition [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2503.15023> (дата обращения: 15.01.2026)