

**Хулапов Артём Александрович**, магистрант,  
Кафедра информационных и управляющих систем,  
Институт компьютерных и инженерных наук,  
Амурский государственный университет, г. Благовещенск

**Бушманов Александр Вениаминович**,  
кандидат технических наук, доцент,  
Институт компьютерных и инженерных наук,  
Амурский государственный университет, г. Благовещенск

## КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛЕЙКОЦИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

**Аннотация:** В данной работе рассматривается разработка нейронной сети для визуального определения классов лейкоцитов. Основной задачей является создание модели, способной автоматически классифицировать лейкоциты на основе анализа изображений.

**Ключевые слова:** классификация, нейросеть, лейкоциты, анализ изображения.

В современном медицинском исследовании все более важным становится использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматизации процессов анализа данных и диагностики. Одним из перспективных направлений в этой области является автоматическое определение классов лейкоцитов на основе анализа их изображений, что позволяет значительно ускорить и упростить процесс диагностики и мониторинга заболеваний.

С появлением глубокого обучения, в частности, свёрточных нейронных сетей (CNN), был отмечен значительный прогресс в точности классификации лейкоцитов. Традиционные методы подсчёта лейкоцитов занимают много времени и требуют участия медицинских работников. Поэтому возникает необходимость в системе, способной автоматически анализировать белые кровяные клетки посредством сегментации и классификации их изображений.

Предлагаемое исследование посвящено сегментации изображений и классификации лейкоцитов на основе глубокого обучения, что является важной задачей при анализе медицинских изображений для диагностики различных заболеваний. Основные предложения исследования включают:

1. Сегментация лейкоцитов достигается с помощью методов обработки изображений, включая вычитание фона, удаление шума и контурирование. Для сегментации лейкоцитов на изображениях образцов крови с помощью морфологических операций создаются фоновая маска и маски лейкоцитов.

2. Вокруг сегментированной области лейкоцитов создаются ограничительные рамки, которые затем обрезаются без учета фоновой области и области эритроцитов. Изолированные лейкоциты затем подвергаются дополнению данных, включая регулировку яркости и контрастности, переворачивание и случайный сдвиг, чтобы улучшить обобщаемость модели CNN.

3. Разрабатываемая модель на основе нейронной сети будет содержать несколько блоков и слоёв свертки, что позволит захватить сложные паттерны для классификации лейкоцитов на пять различных классов: моноциты, лимфоциты, эозинофилы, нейтрофилы и базофилы.

В рамках работы должны быть выполнены следующие функциональные требования:

- Обучение нейронной сети;
- Настройка параметров классификации;
- Загрузка изображений для анализа;



- Классификация изображений с выводом результатов;
- Отображение истории классификаций;
- Сохранение результатов классификации.

Чтобы упростить понимание описанного функционала на рисунке 1 представлена диаграмма последовательности. Она позволит новым пользователям быстрее разобраться в структуре программы.

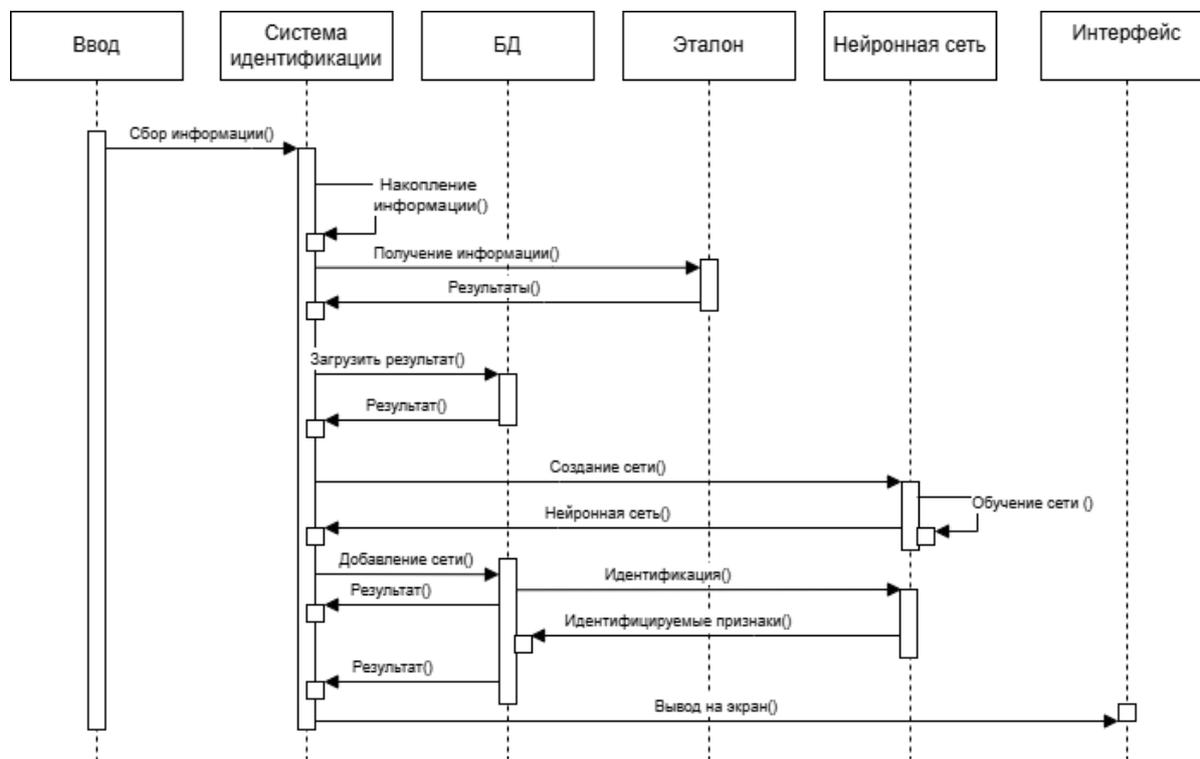


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности

Основные компоненты системы включают: модуль загрузки изображения, модуль предварительной сегментации, модуль классификации, модуль отображения результатов, модуль управления историей классификаций, пользовательский интерфейс.

Входными данными системы являются цифровые изображения клеток крови, представленные в стандартизированных форматах изображений. Эти изображения должны содержать чётко визуализированные клетки, снятые с достаточным разрешением, чтобы обеспечивать эффективное распознавание и обработку. Выходные данные системы представлены на двух основных этапах: промежуточной обработке и окончательной классификации.

На промежуточном этапе обработки, система генерирует сегментированное изображение, в котором клетки крови выделяются на основе применённых методов сегментации и фильтрации. Это сегментированное изображение демонстрирует результаты удаления фона и шумов, подчёркивая области интереса, которые будут использоваться для дальнейшей классификации.

На окончательном этапе классификации, система предоставляет итоговое изображение, на котором клетки крови не только выделены, но и классифицированы по типам (нейтрофилы, лимфоциты, моноциты, эозинофилы, базофилы). Результат классификации визуализируется через цветовую кодировку, где каждое клеточное изображение перекрашивается в соответствии с его классификационной категорией. Рисунок 2 демонстрирует пример входных и выходных изображений.



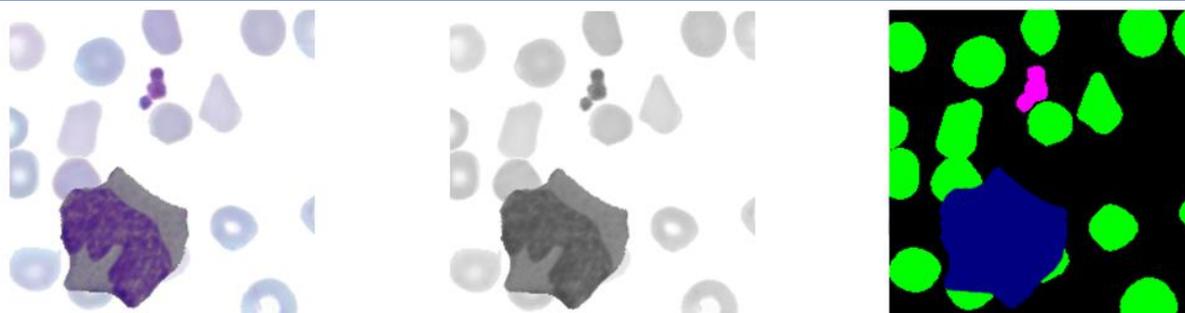


Рисунок 2 – Пример входных и выходных данных

Практическая значимость разработки модели на основе глубокого обучения для автоматической сегментации и классификации лейкоцитов заключается в ее способности значительно упростить процессы медицинской диагностики. Автоматизация трудоемкой задачи ручного подсчета и классификации лейкоцитов позволяет повысить эффективность работы медицинских сотрудников и снизить риск диагностических ошибок. Это, в свою очередь, может привести к более быстрой и точной диагностике заболеваний, связанных с кровью, улучшая результаты лечения пациентов.

*Список литературы:*

- 1 Волкова, С.А. Основы клинической гематологии: учебное пособие / С.А. Волкова, Н.Н. Боровков. – Н. Новгород: Издательство Нижегородской гос. медицинской академии, 2013. – 400 с.
- 2 Жулькова, Е.С. Технология выделения лейкоцитов на изображениях препаратов крови / Е.С. Жулькова. – Самара: журнал Компьютерная оптика, 2007. – 79 с.
- 3 Нишант, Ш. Машинное обучение и TensorFlow / Ш. Нишант. – СПб.: Питер, 2019. – 336 с.
- 4 Солем, Я.Э. Программирование компьютерного зрения на языке Python / Ян Эрик Солем. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 312 с.

