

**RBC COUNTER: ПО для автоматизированного количественного анализа эритроцитов в мазках крови птиц**

**Научный руководитель – Михайлова Мария Вячеславовна**

**Королев Роман Юрьевич**

*Студент (бакалавр)*

Московский технологический институт, Факультет техники и современных технологий,  
Кафедра информатики и автоматизации, Москва, Россия

*E-mail: KorolevRomanUrich@mail.ru*

В полевых исследованиях экологии и физиологии птиц часто применяется метод оценки здоровья популяций птиц через гематологические показатели, такие как лейкоцитарные индексы или индекс паразитемии [3]. Оценка данных показателей у птиц осложняется тем, что, в отличие от млекопитающих, их эритроциты имеют ядра. Становится невозможным использование стандартных автоматических гематологических анализаторов, разработанных для подсчёта безъядерных клеток [1]. Традиционно применяется энерго- и времязатратный ручной подсчёт. Существующие методы спектрофотометрии требуют громоздкого оборудования, а программа ImageJ не поддерживает пакетную обработку [2].

Цель работы – разработать и внедрить доступный программный инструмент для автоматизированного подсчёта эритроцитов в мазках крови птиц.

Для тестирования использовали биологический материал полевого воробья (*Passer montanus*), собранный летом 2025 г. на территории г. Москвы.

Программа подбирает оптимальные пороги сегментации в цветовом пространстве HSV. После создания бинарной маски применяются операции для заполнения разрывов в объектах и отсекающие шума. Мы решили проблему виньетирования: алгоритм самостоятельно вычисляет круглую область интереса (ROI), игнорируя затемнённые края поля зрения, где часто возникают артефакты. Финальная фильтрация связных компонент происходит по геометрическим параметрам – площади и соотношению сторон, отсеивая все объекты, не похожие на эритроцит.

В случае если конкретный снимок "выбивается" по качеству освещения или окраски, интерфейс позволяет точно отредактировать параметры фильтрации. Главным преимуществом перед аналогами стала реализация полноценной пакетной обработки, позволяющая загружать массивы фотографий и получать сводные данные по всем образцам.

Автоматизация на основе анализа изображений позволяет ускорить процесс и повысить воспроизводимость результатов [2]. Мы провели прямой сравнительный эксперимент на выборке из 100 микроскопических полей зрения. В качестве контроля использовали метод сплошного ручного пересчёта всех ядерных эритроцитов экспертом, что заняло суммарно 220 мин. Обработка и оцифровка того же массива данных с помощью RBC Counter в пакетном режиме потребовала всего 17 мин. При этом сопоставление результатов показало высокую точность алгоритма: коэффициент корреляции с контролем составил 0,99 ( $SD=4,5\%$ ).

Это первое некоммерческое решение на русском языке, доступное для любой лаборатории, размещённое в открытом доступе.

Автор выражает глубокую благодарность А.М. Стародубовой за предоставленные снимки для тестирования программы и В.С. Помощникову за помощь в обработке материала.

**Источники и литература**

- 1) Centofanti C., Lozzi D., Cococchetta C., Marotta A. An efficient edge-based system for nucleated oval-shaped red blood cell counting // IEEE Access. 2024. V. 12. P. 629–641.
- 2) Chadha G. K., Srivastava A., Singh A., Gupta R., Singla D. An automated method for counting red blood cells using image processing // Procedia Comput. Sci. 2020. V. 167. P. 769–778.
- 3) Minias P. The use of haemoglobin concentrations to assess physiological condition in birds: a review // Conserv. Physiol. 2015. V. 3. P. 1–7.