

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.997  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

### International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 06 Volume: 86

Published: 30.06.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



**S.D. Molochnyy**  
Pacific National University  
Researcher

**M.A. Martynyuk**  
Pacific National University  
Researcher

**A. R. Apraksin**  
Pacific National University  
Researcher

**T.V. Pestrikova**  
Pacific National University  
Researcher

## HEMATOLOGICAL SCANNER-ANALYZER AUTO FOCUS SYSTEM

**Abstract:** The article presents the results of the development of an autofocus system for a hematological scanner-analyzer. The analysis of existing solutions is given and based on these tasks are set. Algorithms and their implementation are given.

**Key words:** autofocus, algorithm, scanner.

**Language:** Russian

**Citation:** Molochnyy, S. D., Martynyuk, M. A., Apraksin, A. R., & Pestrikova, T. V. (2020). Hematological scanner-analyzer auto focus system. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 06 (86), 655-659.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-86-120> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.06.86.120>

**Scopus ASCC:** 1700.

### СИСТЕМА АВТОФОКУСИРОВКИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО СКАНЕРА-АНАЛИЗАТОРА

**Аннотация:** В статье приведены результаты разработки системы автофокусировки гематологического сканера-анализатора. Приводится анализ уже существующих решений и исходя из этого ставятся задачи. Приведены алгоритмы и их реализация.

**Ключевые слова:** автофокусировка, алгоритм, сканер.

#### Введение

Гематологические сканеры-анализаторы крови уже давно используются для исследований крови, они позволяют проводить полный клинический анализ крови с расчетом лейкоцитарной формулы. Их основные элементы: оптическая система, цифровая камера, программное обеспечение.

Принцип работы анализатора: при загрузке образца биологического препарата, микроскоп, двигаясь вдоль мазка, используя высокую кратность увеличения, фотографирует клетки, то

есть переводит их в цифровую форму. Затем камера передает изображение на компьютер для дальнейшего анализа. При этом на ПК формируется так называемый «цифровой препарат», который представляет собой полностью исследуемый биологический материал в цифровом виде. «Цифровой препарат» пригоден как для дальнейшего анализа с помощью программных средств, так и для проведения исследования человеком [1].

Особенностью нашего решения является минимальное конструктивное вмешательство в

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.997  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

готовую модель микроскопа. Структурная схема системы, установленной на микроскоп МИКМЕД-6, приведена на рис. 1.



Рисунок 1 - Структурная схема системы

Фотокамера по команде от блока управления производит снимок предметного стекла с препаратом. Устройство управления считывает снимок, рассчитывает коэффициент мелких деталей для непрерывного контроля фокуса камеры и если снимок соответствует заданным критериям качества, то передает его на ПК для дальнейшей обработки. Если расчет коэффициента детализации показал расфокусировку изображения, то устройство управления подает команду на перемещение предметного столика по оси Z, до достижения требуемого качества. Перемещение предметного столика по осям X и Y задается управляющей программой на ПК. Опираясь на научные работы наших коллег, было решено осуществлять фокусировку при помощи объективного анализатора на основе метрики оценки уровня мелких деталей (FDL) [4,5].

### Описание алгоритма

Идея алгоритма состоит в переходе из системы цифровых сигналов основных цветов (RGB) в равноконтрастное цветовое пространство  $G^* H^* F^*$ . Данное преобразование позволяет дать

оценку контрасту мелких деталей количеством нормированных цветовых порогов зрения.

$$\Delta K = \sqrt{(\Delta G^*)^2 + (\Delta H^*)^2 + (\Delta F^*)^2}, \quad (1)$$

где

$$\Delta G^* = (G^*_i - G^*_j) / G^*_{th}$$

нормированное значение контраста по индексу яркости,  $\Delta H^* = (H^*_i - H^*_j) / H^*_{th}$ ,  $\Delta F^* = (F^*_i - F^*_j) / F^*_{th}$  по индексам цветности;  $i, j$  – номера пикселей деталей изображения;  $G^*_{th}, H^*_{th}$  и  $F^*_{th}$  значения порогов цветового контраста по индексам яркости и цветности для мелких деталей.

Алгоритм вычисления FDL осуществляется в несколько шагов:

1. Изображение разделяется на блоки размером 2x2 пикселя. Счетчик мелких деталей обнуляется  $count = 0$

2. Контраст блока ( $\Delta K$ ) вычисляется по формуле (1)

3. Если контраст блока больше порогового значения контраста тогда делаем вывод, что в блоке присутствуют мелкие детали. Значение счетчика увеличивается на единицу.

В противном случае делаем вывод, что в блоке отсутствуют мелкие детали.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.997  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

4. Повторяем операции 2-3 со следующим блоком.

5. При прохождении всех блоков выполняется расчет уровня мелких деталей изображения:  $FDL = count/N$ , где  $N = (W*H)/4$  – количество блоков (2x2)

### Проведение эксперимента

Для подтверждения положений теории была проведена серия экспериментов. Используемое оборудование:

- микроскоп ЛОМО Биолам
- видеочамера Live! CamSocialize HD VF0610 (разрешение: 1280x720; интерфейс: USB 2.0; фиксированный фокус)
- ПК с установленной программой расчета коэффициента FDL

- Программа получения изображения с видеочамеры в режиме Live View: e2eSoft MyCam Version 2.4.0.933

- Подготовленный препарат крови

Для приближения экспериментальных условий к условиям проведения анализа крови нами были использованы: оптический микроскоп и реальные препараты крови, используемые при гематологическом анализе. Во время проведения эксперимента вертикальная регулировка положения предметного столика микроскопа производилась вручную. Была произведена серия снимков препарата при разном увеличении и разном фокусном расстоянии, как при приближенном к идеальному, так и несколько отдаленном от него. Для каждого снимка рассчитывался коэффициент и полученные значения заносились в табл. 1.

Таблица 1. Результат эксперимента

Кратность	Коэффициент	Фотография
400x	0.003	Рис. 1
400x	0.164	Рис. 2
400x	0.277	Рис. 3
400x	0.314	Рис. 4
900x	0.017	Рис. 5
900x	0.056	Рис. 6
900x	0.121	Рис. 7
900x	0.136	Рис. 8

Фокусировка контролировалась визуально. Результаты эксперимента приведены на рис. 2-5.

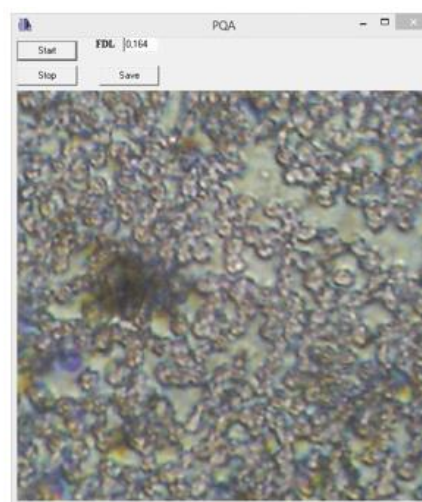
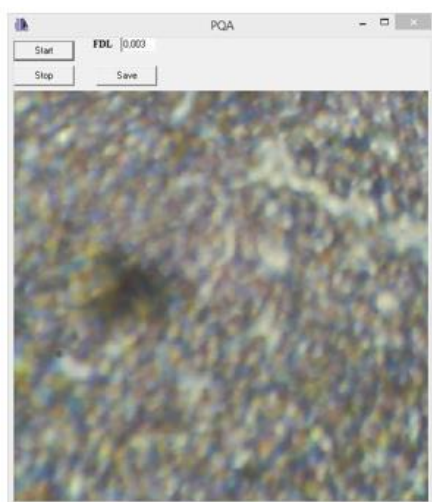


Рисунок 2 - 400x FDL 0.003 (слева) FDL: 0.164 (справа)

## Impact Factor:

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.997	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

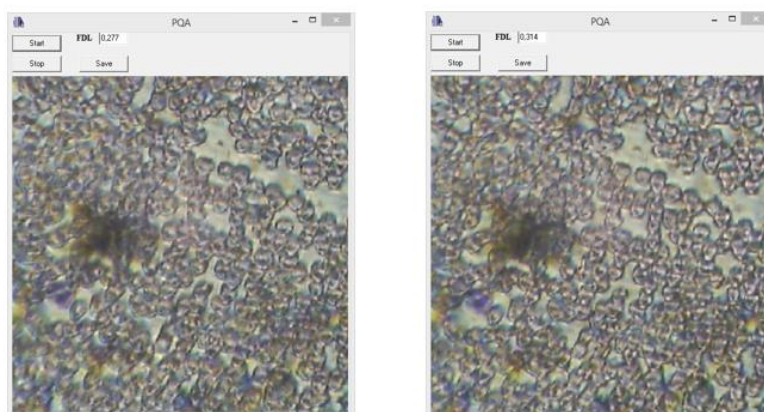


Рисунок 3 - 400x FDL: 0.277 (слева) FDL: 0.314(справа)

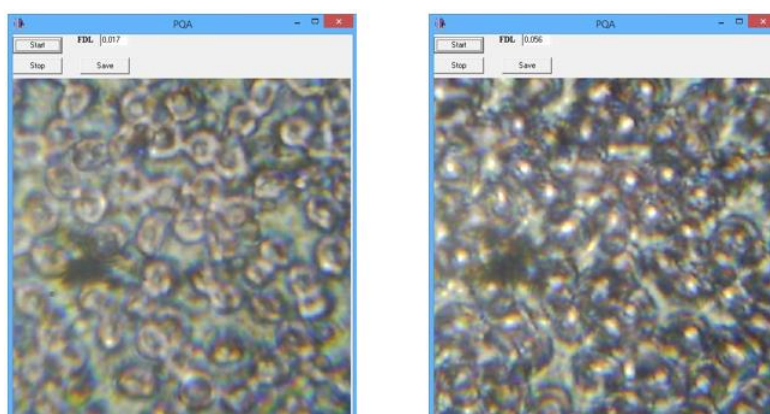


Рисунок 4 - 900x FDL: 0.017 (слева) FDL: 0.056 (справа)

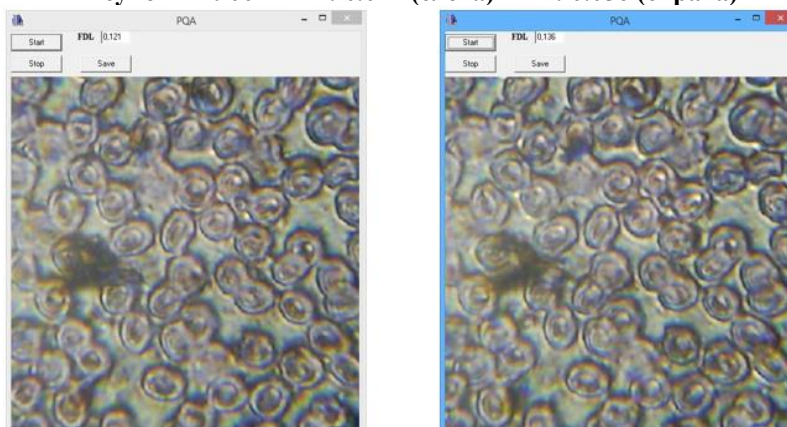


Рисунок 5 - 900x FDL: 0.121 (слева) FDL: 0.136 (справа)

Как видно, максимальному значению коэффициента FDL соответствует снимок с наилучшей фокусировкой. Однако с увеличением красности абсолютное значение максимума коэффициента FDL уменьшается. Так же производилась подстройка в режиме Live View для получения снимка с максимальным значением коэффициента FDL [6]. Данный снимок соответствовал наиболее сфокусированному изображению при визуальном анализе.

### Заключение

На основании проведенных экспериментов был сделан вывод, что метод расчета коэффициента FDL применим системе настройки автофокусировки микроскопа при исследовании мазков крови. Особенностью данного алгоритма является простота, благодаря чему его можно реализовать на микроконтроллерах непосредственно в блоке управления микроскопом. Следующей задачей является написание программного обеспечения для

<b>Impact Factor:</b>	<b>ISRA (India) = 4.971</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
	<b>ISI (Dubai, UAE) = 0.829</b>	<b>ПИИЦ (Russia) = 0.126</b>	<b>PIF (India) = 1.940</b>
	<b>GIF (Australia) = 0.564</b>	<b>ESJI (KZ) = 8.997</b>	<b>IBI (India) = 4.260</b>
	<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 5.667</b>	<b>OAJI (USA) = 0.350</b>

регулирования фокусного расстояния.  
Регулировка высоты предметного столика  
осуществляется шаговым двигателем.

#### References:

1. Medovyj, V.S. (2004). informacionnye avtomatizirovannye sistemy mikroskopii dlja analiza biomaterialov. *Vrach i informacionnye tehnologii*, №6, pp. 32-37.
2. (2005). Rukovodstvo po jekspluatacii Apparatura CRRS «MIK-RL7.18R»: ZhNKJy..464000.010 / 011 / 012 / 013 / 014 / 015 RJe Versija. 06.05, 2005 -p.79.
3. (1985). *Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii mikroskopy biologicheskie serii "biolam" rabochie tipa R*: Leningradskoe Optiko-Mehanicheskoe Ob#edinenie imeni V.I. Lenina, (p.44).
4. Sai, S.V. (2015). *Fine-Detail Level of Photorealistic Images: Application in the Multimedia System*. International Siberian conference on Control and Communications (SIBCON-2015), Omsk.
5. Saj, S.V., Saj, I.S., Sorokin, N.Jy., & Bezruchko, F.V. (2015). *Proverka tochnosti fokusirovki cifrovoj kamery na osnove metriki FDL*. Trudy 12-jmezhdunarodnoj konferencii «Televidenie: peredacha i obrabotka izobrazhenij», Sankt-Peterburg.
6. (n.d.). *CREATIVE Podderzhka pol`zovatelej po izdeliu. "Live! CamSocialize HD VF0610"*. [Электронный ресурс]. Retrieved from <https://www.creative.com/mylivecam/products/product.aspx?catID=1&pid=20986>
7. Swolin, B., et al. (2003). Differential counting of blood leukocytes using automated microscopy and a decision support system based on artificial neural networks – evaluation of DiffMaster Octavia. *ClinLabHaematol.*, Jun, 25(3), 139-147.