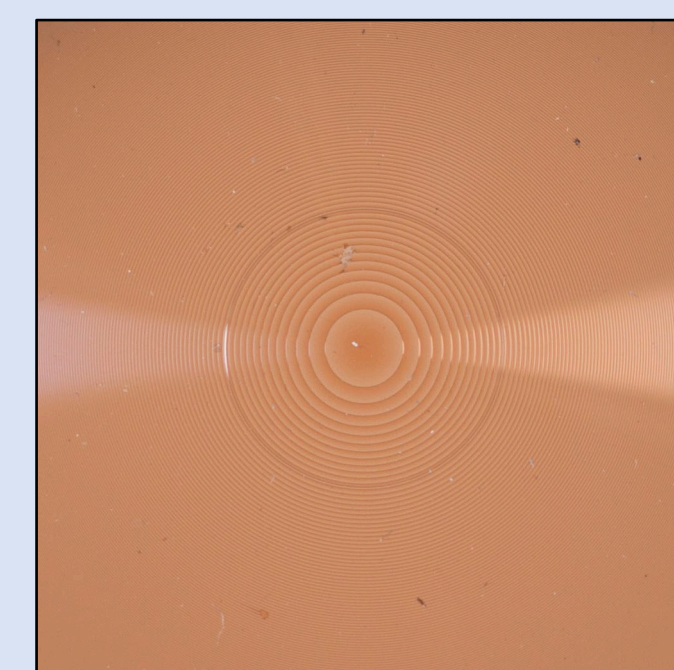


МАЛОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ЦВЕТОВОЙ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ДИФРАКЦИОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

М.В. Петров^{1*}, П.Г. Серафимович²

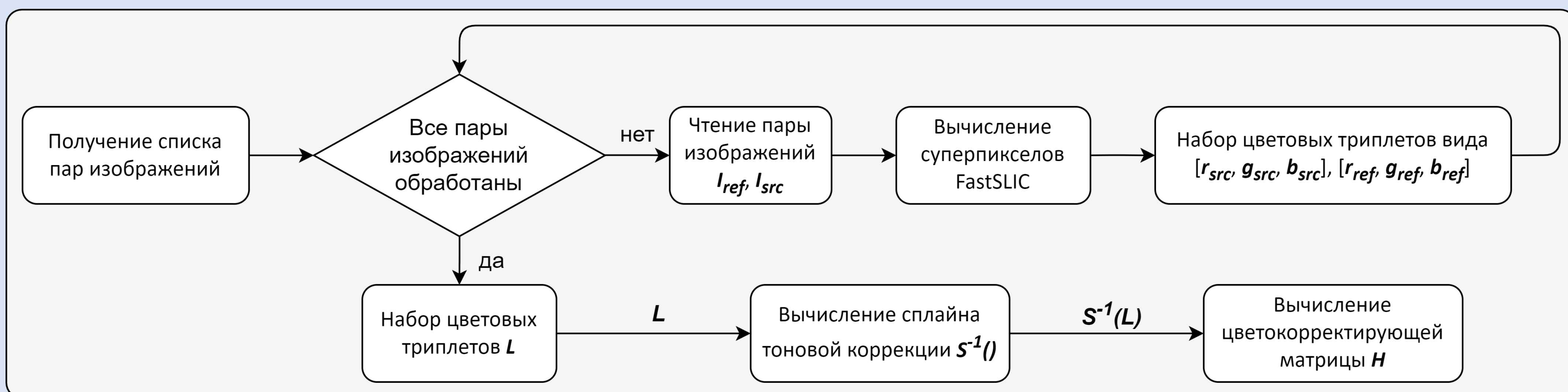
*max.vit.petrov@gmail.com

Компактные и легкие ДОЭ (дифракционные оптические элементы) являются перспективной заменой длиннофокусной рефракционной оптики в системах компьютерного зрения, например, в беспилотных летательных аппаратах и наноспутниках. Существенные оптические искажения сужают область применения ДОЭ. Однако, компьютерная постобработка изображений позволяет их компенсировать. Настоящая работа посвящена развитию методов коррекции цветовых искажений в таких оптических системах. Предложен малопараметрический алгоритм цветовой коррекции на основе цветокорректирующей матрицы и тонокорректирующего сплайна.

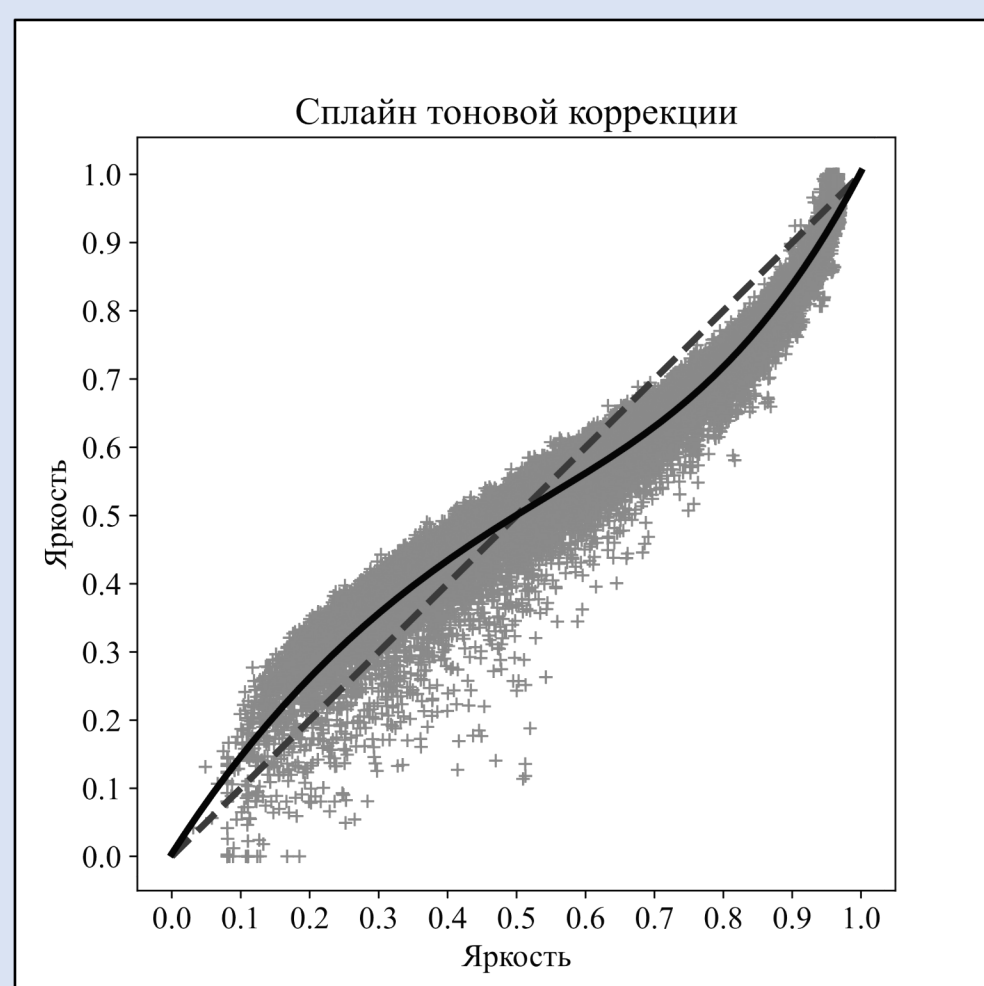


Исходное I_{ref} и снятое с использованием ДОЭ I_{src} изображения содержат одну и ту же сцену, однако, вследствие сильной хроматической aberrации и расфокусировки сцены в значительной степени отличаются в деталях. Предлагаемая в работе процедура цветовой стабилизации состоит из трех последовательных этапов: получение пар координат (трехмерных – триплетов $[r, g, b]$) в цветовом пространстве для соответствующих цветов исходного и целевого изображений; построение и применение тонокорректирующей кривой $S^{-1}()$, построение и применение матрицы цветового преобразования H .

1 Схема алгоритма

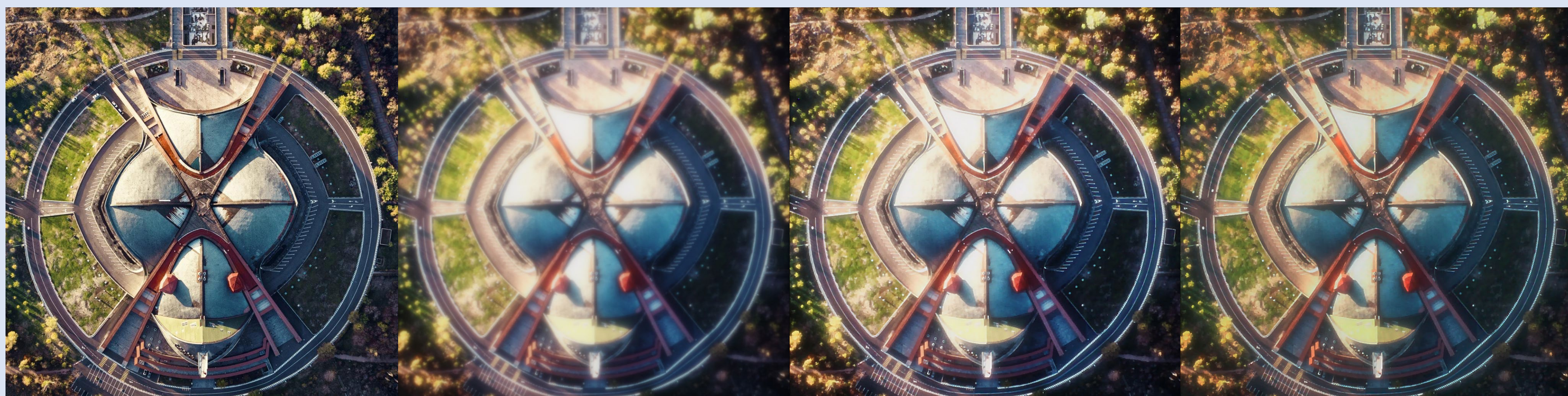


2 Результаты



В качестве экспериментальных данных использовался набор из 1857 изображений, разделенных на обучающую (1485) и тестовую (372) выборки в соотношении 80:20. Изображения, полученные с использованием ДОЭ, сначала обрабатываются методом обратной свертки с целью компенсации расфокусировки изображения (Nikonov, A. Comparative Evaluation of Deblurring Techniques for Fresnel Lens Computational Imaging). Средняя разница между исходным и целевым изображением на тестовой выборке составила 8,65 dE. В результате обработки разница уменьшилась до 6,55 dE.

$$H = \begin{bmatrix} 1,17918873 & -6,30039632 \cdot 10^{-2} & -8,63031606 \cdot 10^{-2} & 6,65619183 \cdot 10^{-17} \\ -2,58340769 \cdot 10^{-1} & 1,04120261 & 7,90709632 \cdot 10^{-4} & -7,11236625 \cdot 10^{-17} \\ 7,26338548 \cdot 10^{-2} & 8,80906746 \cdot 10^{-3} & 1,07975563 & 7,41594286 \cdot 10^{-17} \\ -1,51841348 & 2,61480229 & -2,04285756 & 1 \end{bmatrix}$$



Исходное

ДОЭ

ДОЭ после обратной свертки

Результат цветовой коррекции

Разработка методов цветовой коррекции выполнена при поддержке гранта РФФ 22-19-00364, экспериментальная часть поддержана грантом РФФИ МК 19-29-09054.

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

²Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН