

УДК 621.397.3

## УСТРАНЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО СМАЗА В МОДЕЛЯХ ИСКАЖЕНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРАЛЬНОГО МЕТОДА И ФИЛЬТРА МУЛЬТИПОЛЯРНОГО ИМПУЛЬСНОГО ШУМА.

Довгань А.Н. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Сизиков В.С.  
(Университет ИТМО)

Работа выполнена при поддержке гранта МФКТУ ИТМО (проект № 620164).

В работе рассмотрена задача устранения математическим путем неравномерного прямолинейного смаза изображения, например, снимка, полученного неподвижной камерой нескольких автомобилей, движущихся с разными скоростями. Задача описывается интегральными уравнениями (ИУ). Параметры смаза определяются разработанным спектральным методом. ИУ решаются методом квадратур/кубатур с регуляризацией Тихонова. Предложена новая модель мультиполярного шума и фильтр подавления данного шума. Приведены иллюстративные результаты.

**Введение.** В мировой литературе нечасто рассматривается задача устранения математико-компьютерным путем смазывания изображения, прямолинейного, но неравномерного при движении камеры или объекта за время экспозиции. Такая задача приводит к решению интегральных уравнений общего типа (не типа свертки). При этом важным является вопрос об оценке параметров смаза. Этот вопрос не получил должного развития, хотя можно определить параметры смаза по Фурье-спектру смазанного изображения. Кроме того известно, что медианный фильтр импульсного шума искажает само изображение и требует модификации в фильтр мультиполярного импульсного шума.

**Основная часть.** В работе изложена методика восстановления смазанных изображений в случае, когда смазывание является прямолинейным неравномерным, а именно, кусочно-постоянным (пример: бегуны на дистанции, автомобили на трассе). В этом случае для устранения смаза нужно решать набор 1-мерных интегральных уравнений (первый подход) или одно 2-мерное ИУ (второй подход). В обоих подходах уравнения не являются ИУ типа свертки, поэтому они решаются методом квадратур/кубатур с регуляризацией Тихонова. Показано, что первый подход предпочтительнее, чем второй.

При этом для повышения точности решения ИУ нужно знать кусочно-постоянный смаз, а значит, функцию рассеяния точки (ФРТ), другими словами, ядро ИУ. Для этого использован разработанный "спектральный метод", основанный на преобразовании Фурье (Фурье-спектре) смазанного изображения, точнее, на нескольких Фурье-спектрах. Рассмотрен также вопрос об устранении (фильтрации) шума, а именно, импульсного шума на изображении. Известно, что традиционный медианный фильтр Тьюки устраняет шум, но искажает само изображение. Адаптивный фильтр Гонсалеса также может исказить изображение. Модифицированный адаптивный фильтр на порядок уменьшает погрешность восстановления, но также не позволяет восстановить изображение без искажений. Предложена новая модель шума – мультиполярный импульсный шум, и его устранение. Методика может быть использована на практике для восстановления групповых изображений нескольких объектов (людей, самолетов, автомобилей), движущихся с разными скоростями и поэтому за время экспозиции неподвижной камерой получающих разные смазы. А также может быть применена в искусственном интеллекте, мониторинге местности, робототехнике, беспилотных системах дальнего наблюдения

**Выводы.** Предложена новая методика устранения неравномерного смаза и импульсного шума на изображениях. Развита спектральная методика определения смаза и модифицированный медианный фильтр устранения импульсного шума на изображении. Предложена новая модель мультиполярного импульсного шума и его устранение.