

## Список используемых источников

1. Варакин Л.Е. Система связи с шумоподобными сигналами [Текст]. М.: Радио и связь, 1985.– 384 с.
2. Белов, С.П. Исследование функции неопределенности псевдослучайных сигналов с линейной частотной модуляцией [Текст] / С.П. Белов, Е.Г. Жиликов, И.А. Сидоренко // Вопросы радиоэлектроники. Серия «РЛТ». – М., 2008. – Вып. 4. – С.100-109.
3. Белов, С.П. Возможность применения одного класса сложных сигналов с ЛЧМ для передачи речевых данных в цифровых мобильных системах связи [Текст] / С.П. Белов, Е.Г. Жиликов, А.С. Белов // Вопросы радиоэлектроники. Сер. «Электронная вычислительная техника (ЭВТ)». – М., 2008. – Вып. 1. – С. 161-171.
4. Тузов Г.И. Статистическая теория приема сложных сигналов [Текст]. М.: Сов. Радио, 1977. – 400 с.
5. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. Пер. с английского под ред. Кельзона М.: [Текст]. М.: Сов. Радио, 1971. - 568с

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Романькова Т.С.

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет»,  
09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника»

**Аннотация.** Рассматривается задача компенсации возникающих при регистрации изображений аппаратных искажений, моделью которых служат двумерные интегральные уравнения Фредгольма первого рода.

Основной поток информации человеком воспринимается через различные органы чувств. Одним из них является зрение. В настоящее время информация регистрируется, обрабатывается и передается с помощью различных технических средств, которые принято представлять в виде цифрового изображения. [1, 2]

Зачастую при регистрации изображения возникают помехи, которые вносят искажения. Поэтому часто используемой моделью регистрации изображения служит соотношение (1, 2)

$$v_{nm} = u_{nm} + \varepsilon_{nm}, n = 1, \dots, N; m = 1, \dots, M \quad (1)$$

где  $\varepsilon_{nm}$  - неизвестная погрешность регистрации сигнальной части вида

$$u_{nm} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} r(x_n - x, y_m - y) f(x, y) dx dy \quad (2)$$

$r(x, y)$  - аппаратная функция системы регистрации (ядро интегрального уравнения), которая предполагается известной;

$f(x, y)$  - неизвестное входное воздействие системы регистрации, которое и представляет основной интерес.

Модель основана на двумерном интегральном уравнении Фредгольма первого рода. [3,4]

Задача заключается в том, чтобы восстановить по известной левой части в (1) и ядру  $r(x,y)$  уравнения (2) неизвестного воздействия  $f(x,y)$ , которое и представляет в данной ситуации интерес.

Получить неизвестного входного воздействия  $f(x,y)$  можно используя преобразование Фурье. Таким образом, уравнение (2) можно привести к следующему виду:

$$U(w_1, w_2) = R(w_1, w_2) \cdot F(w_1, w_2) \quad (2)$$

откуда

$$F(w_1, w_2) = \frac{U(w_1, w_2)}{R(w_1, w_2)} \quad (3)$$

где

$$U(w_1, w_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u(x, y) \cdot \exp(-jw_1 x) \cdot \exp(-jw_2 y) dx dy \quad (4)$$

$$R(w_1, w_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} r(x, y) \cdot \exp(-jw_1x) \cdot \exp(-jw_2y) dx dy \quad (5)$$

$$F(w_1, w_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \cdot \exp(-jw_1x) \cdot \exp(-jw_2y) dx dy \quad (6)$$

Ядро предполагается известным, для примера было выбрано и задано в виде гауссового распределения:

$$r(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \quad (7)$$

$$R(w) = \int_{-\infty}^{\infty} r(x) \cdot \exp(-jwx) dx = \exp\left(-\frac{\sigma^2 w^2}{2}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left(-\frac{(x^2 - jw\sigma^2)^2}{2\sigma^2}\right) dx$$

С помощью обратного преобразования Фурье из равенства (3), получим решение уравнения (1)

$$f(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(w_1, w_2)}{R(w_1, w_2)} \cdot \exp(-jw_1x) \cdot \exp(-jw_2y) dw_1 dw_2 \quad (7)$$

Но такой подход, как показали исследования, не позволяет провести процедуру восстановления изображения при различной ширине спектра ядра и из-за погрешности регистрации, что является некорректной обратной задачей. Поэтому предлагается использовать метод разработанный Тихоновым А.Н. [3,4,5]

$$f(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(w_1, w_2) \cdot R^*(w_1, w_2)}{|R(w_1, w_2)|^2 + \alpha M(w_1, w_2)} \cdot \exp(-jw_1x) \cdot \exp(-jw_2y) dw_1 dw_2 \quad (8)$$

$\alpha$  - положительно малое число, которое принято называть параметром регуляризации;

$M(w_1, w_2)$  - стабилизатор, который является положительной функцией двух переменных, слабо убывающей в области интегрирования

Его применение позволяет получать результаты восстановления более устойчивые к воздействиям погрешностей регистрации, при этом требуется выбирать соответствующий параметр регуляризации.

Для исследования было выбрано изображение в оттенках серого с изображением номерных знаков, где присутствуют буквы и цифры (рисунок 1а).

Но в результате регистрации изображение, было подвергнуто искажениям различного рода, а именно шумовой составляющей. Моделирование такого изображения является прямой задачей. На рисунке 1б, в, г представлено смоделированное изображение или так называемый отклик системы с различной шириной спектра ядра, которое зависит от параметра  $\sigma$ , и отношением сигнала/шум равное 0,1.

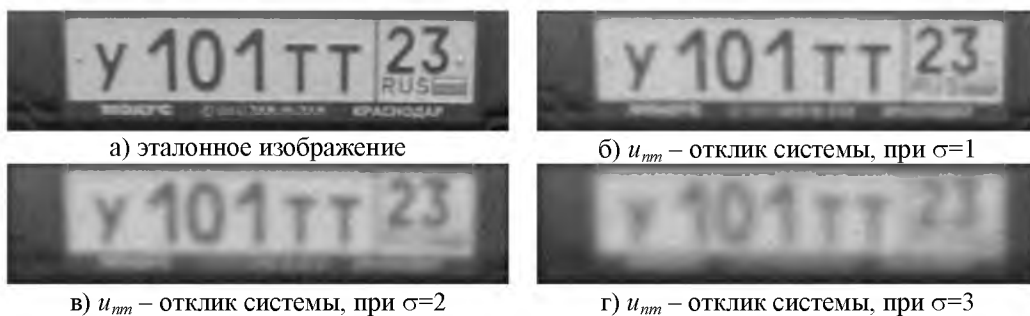


Рисунок 1

При увеличении ширины спектра ядра, изображение становится более размытым и нечетким, что затрудняет его восстановление.

Теперь имея  $u_{nm}$  отклик системы и зная аппаратную функцию (ядро) возможно восстановление изображения с использованием метода Тихонова (выражение 8). Для реализации реконструкции изображения нужно определить параметр регуляризации с помощью подбора.

Наилучший результат определялся с помощью экспертной оценки (визуально) и на основе среднеквадратической погрешности, которая высчитывалась с помощью выражения (9)

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M (f_{ik} - a \cdot \hat{f}_{ik})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M f_{ik}^2}} \quad (9)$$

где

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M \hat{f}_{ik} \cdot f_{ik}}{\sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M f_{ik}^2}$$

$\hat{f}_{ik}$  - восстановленное изображение

$f_{ik}$  - эталонное изображение

Результаты реконструкции изображений представлены на рисунках 2, 3 и 4.



Рисунок 2 – восстановленные изображения при  $\sigma=1$

Наилучшее восстановление изображения при  $\sigma=1$  получилось при  $\alpha=0.02$  (представлено на рисунке 2в). Сравнивая с рисунком 1б (откликом системы) можно сказать, что после обработки изображения стало немного светлее и четче.

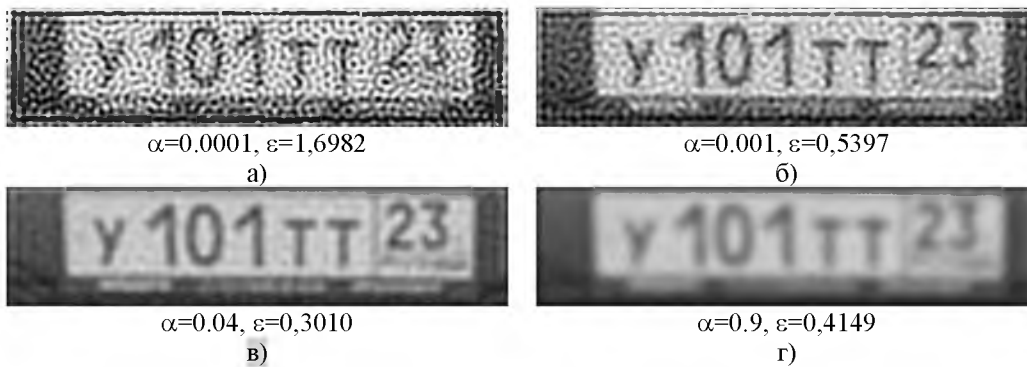


Рисунок 3 – восстановленные изображения при  $\sigma=2$

На рисунке 3в представлен наилучший результат восстановления изображения при  $\sigma=2$  и  $\alpha=0.04$ . Оно стало четче и менее размытое по сравнению с откликом при  $\sigma=2$  (рисунок 1в).

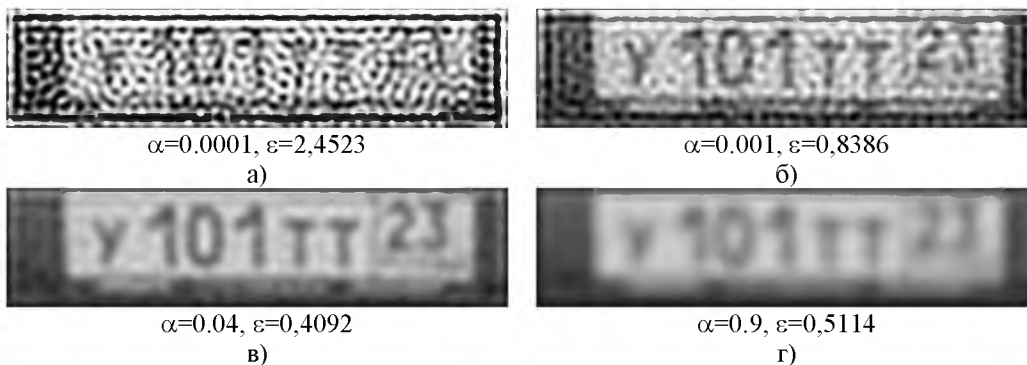


Рисунок 4 – восстановленные изображения при  $\sigma=3$

Также на рисунке 4в представлено восстановленное изображение при  $\sigma=3$ , которое немного лучше, чем отклик, представленный на рисунке 1г.

В заключении хочется отметить, что метод Тихонова А.Н. позволяет решить некорректно поставленную задачу, с которой обратное преобразование Фурье не справляется. Результат восстановления все - равно получается с достаточно большими погрешностями, как это видно на рисунках 2, 3, 4. Также подбирать параметр регуляризации очень неудобно, так как его диапазон в данном эксперименте был от  $10^{-5}$  до 1.

#### **Список использованных источников**

1. Гонсалес, Р., Р. Вудс, 2012. Цифровая обработка изображений. Москва: Техносфера: 1104.
2. Gonzalez, R.C. and R. E. Woods, 2003. Digital Image Processing Using MATLAB. Pearson Prentice Hall, pp: 609.
3. Леонов, А.С. 2010. Решение некорректных поставленных обратных задач: Очерк теории, практические алгоритмы и демонстрации в МАТЛАБ. – М.: Книжный дом «Либроком». 336 с.
4. Сизиков, В.С., 2001. Математические методы обработки результатов измерений: Учебник для вузов. - СПб: Политехника. 240 с.
5. Тихонов, А.Н., В.Я Арсенин. 1979. Методы решения некорректных задач Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 2-е издание

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ**

**Рудакова Ю.С.**

г. Орел, Орловский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.В. Лукьянова,  
40.05.01 – «Правовое обеспечение национальной безопасности»

**Аннотация.** В данной статье дается характеристика биометрическим технологиям, которые способны идентифицировать личность человека, рассказывается о сферах применения этих технологий, а также приводятся примеры ведущих мировых компаний в данной области. Проводится анализ существующих биометрических систем идентификации и основные принципы их работы.

В настоящее время, в связи с повышением актуальности вопросов безопасности, биометрические средства контроля доступа достаточно активно внедряются на российский рынок обеспечения безопасности. Биометрические системы безопасности - процесс доказательства и проверки подлинности заявленного пользователем имени, через предъявление пользователем своего биометрического образа и путем преобразования этого образа в соответствии с заранее определенным протоколом аутентификации. Биометрия – научная отрасль на стыке биологии и вариационной статистики, связанная с разработкой и использованием статистических методов в научных исследованиях.

Биометрия сложилась на рубеже 19 века, благодаря трудам Фрэнсиса Гальтона и Карла Пирсона. В 1920-1930-х годах большой вклад в развитие биометрических систем внес Рональд Фишер. Массовое же распространение данные системы получили в начале 70-х годов прошлого века [1]. Однако это не значит, что данные системы не применялись ранее. Самым простым и древним способом применения данных систем можно считать описание внешнего вида субъекта. Такой вид применялся в Древнем Египте, о чем свидетельствуют папирусные свитки. Затем, в более поздние времена описание субъектов дополнилось предоставлением художественных образов в виде всевозможных изображений, предназначенных, главным образом, для идентификации ценностей.

Помимо систем распознавания образов исторические корни имеет так же система идентификации субъекта по отпечаткам пальцев. В шумерских «библиотеках» неоднократно находили глиняные таблички с отпечатками ладоней. После расшифровки шумерской письменности было установлено, что таким образом подтверждалась подлинность торговых соглашений. С 16 века в Англии отпечатки пальцев стали одним из способов подтверждения личности человека, это было вызвано всеобщей неграмотностью и необходимостью идентификации подписанта документа. Для этого использовались отпечатки больших пальцев обеих рук, так как они имеют наиболее ярко выраженный папиллярный рисунок, который можно сличить с отпечатком без применения технических средств [2]. Стоит также заметить, что одним из популяризаторов биометрических систем стал Голливуд. С середины прошлого века многие фильмы не обходятся без новаций биометрических систем. Сейчас можно сказать, что задумки голливудских режиссеров воплощаются в жизнь, становясь реальностью, а не фантастикой.