

УДК 621.396

Н.С. Еремина<sup>1</sup>, Ю.В. Самсонов<sup>2</sup>, А.М. Сотников<sup>3</sup><sup>1</sup> *Українська інженерно-педагогічна академія, Харків*<sup>2</sup> *Національна академія Національної гвардії України, Харків*<sup>3</sup> *Харківський національний університет Воздушних Сил імені І. Кожедуба, Харків*

## ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ ВИЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В БАЗАХ ДАННЫХ

*Предложен подход для представления информации об участках поверхности визирования в широком частотном диапазоне с помощью обобщенного телеграфного процесса. Уникальность структуры изображений поверхности визирования при формировании базы данных при незначительном объеме может быть описана корреляционной функцией с соответствующими параметрами по одной координате.*

**Ключевые слова:** *поверхность визирования, модель изображений, базы данных.*

### Введение

#### Постановка проблемы и анализ публикаций.

В работах [1 – 3] проведен анализ функционирования систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) интересах получения знаний об объектах, различных участках поверхности или явлениях путем анализа данных, собранных без контакта с изучаемым объектом. Знания о земной поверхности рассматривают как специальным образом обработанные данные ДЗЗ, которые позволяют как прогнозировать поведение исследуемого объекта, так и использовать их в геоинформационных системах, системах пеленгации и управления движением, системах видеонаблюдения и др. Одним из возможных направлений использования данных ДЗЗ является картографирование. При этом формирование базы данных обуславливает как необходимость повышения качества обработки изображений, разработки новых методов и алгоритмов обработки, которые обеспечат адекватные преобразования изображений земной поверхности с точки зрения их дальнейшего использования, так и поиска новых подходов к представлению информации в базах данных. Решение этой задачи позволит минимизировать ошибки в определении характеристик исследуемых объектов на земной поверхности и обеспечит высокий уровень достоверности интерпретаций анализируемых снимков. В тоже время осуществление мультиспектрального зондирования местности приводит к большому объему данных, что существенно усложняет дальнейшую обработку изображений.

Результаты анализа известной литературы [5, 6] показали, что в настоящее время не существует общепринятой модели геофизических полей земли, поэтому задача обоснования и разработки модели представления изображений ПВ остается актуальной и предопределяет необходимость разработки и обоснования новых принципов и соответственно моделей представления изображений.

**Целью статьи** является разработка обобщенной модели изображений, формируемых мультиспектральными системами ДЗЗ, для представления в базах данных.

### Основной материал

Поиск в базе данных предварительно обработанных изображений может осуществляться по различным характеристикам изображения, хранящимся в специальных полях базы данных. Для поиска информации на изображениях целесообразно задавать меру схожести двух изображений, причем эти меры могут включать в себя как цветовые характеристики, так и яркостные, геометрические, структурные и другие признаки выделенных на изображении объектов. С помощью данных признаков можно создавать базы данных о ПВ. База данных должна эффективно представлять информацию для последующих этапов предварительной обработки изображений, а также для организации поиска данных на изображениях. Обработка изображений состоит из следующих этапов: классификация, сегментация и распознавание объектов. Эти этапы представляют взаимосвязанные процедуры, обеспечивающие выполнение единых требований к подготовке разнообразных данных при обработке изображений поверхности визирования (ПВ).

Для представления изображений используются различные подходы. Результаты анализа известных типов представления изображений в разных спектральных диапазонах показывают, что в наибольшей степени процессу съемки изображения адекватно зонное представление [5, 6] (рис. 1).

Зонная структура изображения формируется за счет различий электрофизических свойств материалов и покровов участков поверхности визирования, которые в свою очередь приводят к различиям в отражательных, излучательных и тепловых характеристиках объектов ПВ и в конечном итоге их яркостных характеристиках.

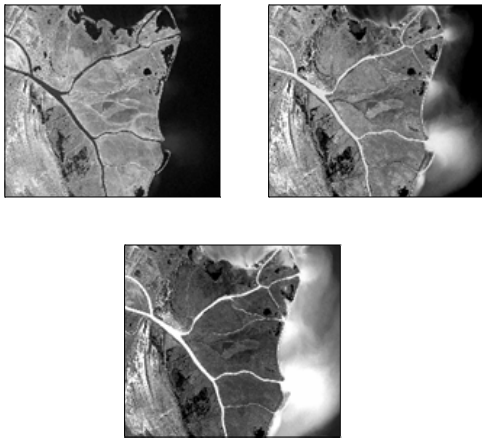


Рис. 1. Совокупность изображений природного ландшафта, полученных тремя каналами в мультиспектральной системе ДЗЗ

Зонная модель описания изображения ПВ адекватно характеризует сцену изображения и может быть описана взаимной корреляционной функцией обобщенного телеграфного процесса и полностью учитывает возможные вариации яркости материалов и покровов, а также возможность изменения зонной структуры ПВ. Согласно [4] изображения ПВ имеют не гауссовский закон распределения и содержат зоны с постоянными во времени электрофизическими характеристиками различных покровов и материалов. Наиболее характерные устойчивые признаки изображения, как правило, являются границами этих неизменных участков ПВ. Поэтому наибольшее количество информации о ПВ в кадре изображения сосредоточено на границах зон [2, 3]. В тоже время исходя из случайного характера наполнения формируемых изображений, подход к их представлению должен быть статистический, а метод анализа – корреляционно-спектральный. Степень сходства изображения с детерминированным эталонным изображением (шаблоном) определяется вычислением взаимной корреляционной функции (ВКФ) с поиском экстремума этой функции, которая обуславливает степень стохастической связи изображений. Для детерминированных изображений существуют оптимальные меры сходства. В рассматриваемом случае, для шаблона и ансамбля изображений оптимальной меры сходства не существует. Поэтому, учитывая то обстоятельство, что при определенных допущениях системы ДЗЗ можно рассматривать как линейные системы, целесообразно применять линейные меры сходства, ввиду их простоты и оптимальности для гауссового сигнала. Известно, что любая линейная мера сходства может быть выражена через корреляционную функцию. Поэтому, в качестве модели изображения может быть выбрана взаимная корреляционная функция [7]. Так как плотность вероятности изображения неизвестна, то для определения ВКФ изображения представим по-

верхность визирования  $S(x, y)$  как совокупность однородных зон и покровов  $A_i$  каждый из которых характеризуется своим значением яркости  $T_{Ri}$ , которая одинакова в пределах зоны

$$S(x, y) = S_i T_{Ri} r_i(x, y), \quad (1)$$

где индикаторная функция  $r_i(x, y) = 1$ , если  $x, y \in A_i$ ,  $r_i(x, y) = 0$ , если  $x, y \notin A_i$ .

Тогда изображение ПВ в представлении (1) в любом возможном направлении  $\vec{r}$  в сечении будет иметь вид, аналогичный обобщенному телеграфному процессу.

Известно [6], что корреляционная функция такого процесса описывается выражением

$$R(r) = \exp(-\alpha|r|), \quad (2)$$

где  $\alpha = 1/\tau_k$  – величина обратная интервалу корреляции.

Если допустить, что статистические свойства однородных зон поверхности одинаковы, то их можно считать изотропными.

В этом случае достаточно функцию корреляции (2) определять по одной координате ( $x$  или  $y$ ). Тогда функция корреляции изображения для бесконечно большой выборки будет определяться выражением

$$R(\vec{r}) = \exp(-\alpha|\vec{r}|). \quad (3)$$

Для конечной большой выборки корреляционная функция (3) будет асимптотически приближаться к экспоненте.

Таким образом, обобщенная модель изображения ПВ в широком спектральном диапазоне может быть представлена корреляционной функцией обобщенного телеграфного процесса для любого участка ПВ с соответствующим конкретному району интервалом корреляции.

На рис. 2 представлен пример возможного пересечения трассами  $r_i$  поверхности визирования при условии, что статистические свойства однородных яркостных зон поверхности  $A_i$  ( $T_{Ri}$ ) изотропны во всех направлениях.

Оптические изображения также могут быть описаны обобщенным телеграфным процессом, так как в основу формирования изображения положены результаты аэрофотосъемки, обуславливающие их зонную структуру. Таким образом, обоснован статистический подход к описанию изображений поверхности визирования, позволяющий в основу модели изображения положить обобщенный телеграфный процесс, описывающий ПВ соответствующей корреляционной функцией.

При заполнении сцены изображения, полученной в результате аэрофотосъемки местности, значениями яркости может быть получено изображение со степенью детализации определяемой разрешающей способностью фотоизображения.

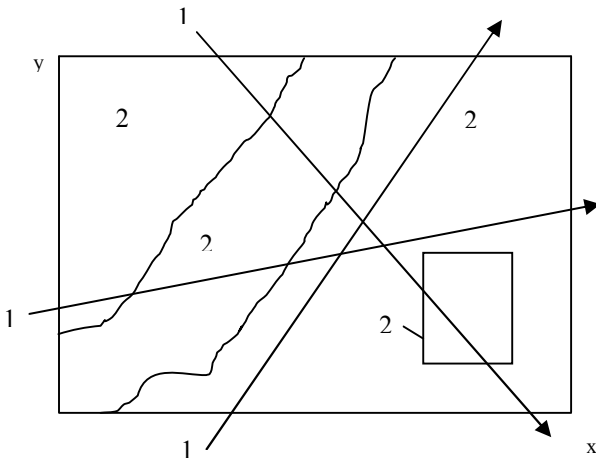


Рис. 2. Представление поверхности визирования в виде совокупности однородных зон:  
 1 –  $\Gamma_i$  (направления захода на ПВ);  
 2 –  $A_i (T_{Ri})$  (области однородных радиоярких температур ПВ);  
 x, y – размерность изображения ПВ

Очевидно, что в зависимости от сезона (лето, зима, межсезонных переходов весна - лето, осень - зима) результат аэрофотосъемки местности будет разным для районов с регулярным покрытием снежным покровом.

Таким образом, существует однозначно определяемая граница раздела между объектами, а соответственно модель изображения может быть также описана обобщенным телеграфным процессом.

При формировании базы данных участки поверхности визирования на маршруте движения целесообразно выбирать с учетом того, чтобы в пределах кадра изображения находился один или совокупность уникальных по форме и размеру, контрастных к фону объектов.

## Выводы

1. При формировании базы данных о ПВ качестве модели изображений целесообразно использовать взаимную корреляционную функцию обобщен-

ного телеграфного процесса, описывающую зонную структуру сцены участка визирования.

2. Зонная структура изображения, определяемая электрофизическими свойствами различных поверхностей и покровов и характерная для мультиспектральной съемки, позволяет при формировании базы данных с использованием в качестве информативного признака взаимной корреляционной функции обобщенного телеграфного процесса существенно уменьшить объем массива данных, характеризующих особенности ПВ.

## Список литературы

1. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования [Текст] / У.Г. Рис. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
2. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений [Текст] / Р.А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
3. Обиралов А.И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование [Текст] / А.И. Обиралов, А.Н. Лимонов, Л.А. Гаврилова. – М.: Колос, 2006. – 334 с.
4. Быков В.Н. Обобщенная модель процесса функционирования матричной радиометрической корреляционно-экстремальной системы навигации миллиметрового диапазона / В.Н. Быков, А.М. Сотников, Я.Н. Кожушко // Системы управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2009. – Вип. 3(11). – С. 13-17.
5. Пасечник Р.Е. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Комментарии законодательства и правоприменительной практики [Текст] / Р.Е. Пасечник, А.Н. Чеботарева, А.А. Абдураимов, П.Ю. Дмитрюк. – М.: Из-во «Вершина», 2006. – 176 с.
6. Маклаков С.В. ВРwin и ERwin. CASE – средства разработки информационных систем. [Текст] / С.В. Маклаков. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. – 256 с.
7. Левин Б.Р. Теория случайных процессов и ее применение в радиотехнике / Б.Р. Левин. – М.: Сов. радио, 1957. – 492 с.

Надійшла до редколегії 1.07.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.І. Канюк, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

## УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ЗОБРАЖЕННЯ ПОВЕРХНІ ВІЗИРУВАННЯ ДЛЯ ПОДАВАННЯ В БАЗАХ ДАНИХ

Н.С. Єрьоміна, Ю.В. Самсонов, О.М. Сотніков

Запропоновано підхід для представлення інформації про ділянки поверхні візування в широкому частотному діапазоні за допомогою узагальненого телеграфного процесу. Унікальність структури зображень поверхні візування при формуванні бази даних при незначному обсязі може бути описана кореляційною функцією з відповідними параметрами по одній координаті.

**Ключові слова:** поверхня візування, модель зображень, бази даних.

## GENERALIZED MODEL OF OBSERVING SIGHT IMAGES FOR SUBMISSIONS AS THE DATABASES

N.S. Eremina, Y.V. Samsonov, A.M. Sotnikov

In this article the approach for the data submission on the observing sight in the wide frequency range by means of a generalized telegraph process is described. The uniqueness of the observing sight image structure during the database formation on the basis of a small amount of information can be described by the correlation function with the appropriate parameters for a single coordinate.

**Keywords:** observing sight, image model, database.