

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 університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ТРЕБОВАНИЙ К ПОЛУЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИИ О ПОВЕРХНОСТИ ВИЗИРОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ БАЗЫ ДАННЫХ И ПОДГОТОВКЕ ЭТАЛОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Проведен анализ общих подходов к получению и обработке информации о поверхности Земли, а также наполнению баз данных, сформированы условия и требования к эталонной информации об объектах визируемой поверхности.*

**Ключевые слова:** поверхность визирования, информативные признаки, базы данных.

### Введение

#### Постановка проблемы и анализ публикаций.

Получаемые при мультиспектральном дистанционном зондировании данные о поверхности Земли с целью формирования изображений интересующей области и их дальнейшего анализа характеризуются большим количеством спектральных полос и большим объемом массивов данных [1 – 3]. Это приводит к значительному усложнению алгоритмов обработки данных, используемых на данном этапе, поскольку просматриваемые оператором изображения представлены в различных комбинациях спектральных полос, что в свою очередь усложняет оконтуривание интересующих объектов. С целью уменьшения объема данных предусмотрен автоматический анализ полученных снимков, обеспечивающий выявление наиболее информативных спектральных полос. Необходимость данного этапа следует из ограничений, накладываемых оборудованием, которое применяется для последующего поиска объектов. На данном этапе происходит значительное уменьшение объема обрабатываемых данных, что в свою очередь приводит к снижению времени обработки. Затем следует этап выделения характерных признаков анализируемых объектов для построения эталонного изображения объекта, позволяющего осуществлять поиск данного объекта на новых изображениях, с последующей оценкой вероятности обнаружения объекта при его дальнейшем использовании для поиска. Такая оценка позволяет уменьшить вероятность возникновения ошибок при поиске объекта, и, соответственно, снизить временные затраты и затраты материальных средств [1 – 4].

Однако в ряде случаев дефицит времени может приводить к дополнительным ограничениям, среди которых наиболее существенным является невозможность получения нескольких изображений. В результате возникает необходимость уточнения требований к получаемой информации в поле инфор-

мативных признаков, формируемых датчиками различной физической природы (ДРФП).

Целью статьи является анализ требований к информации об объектах поверхности визирования при формировании базы данных, необходимой для синтеза эталонов.

### Основная часть

**1. Общие подходы к получению, обработке информации о поверхности Земли и наполнению баз данных.** В общем случае дистанционное зондирование определяют как процесс или метод получения знаний об объекте, участке поверхности или явлении путем анализа данных, собранных без контакта с изучаемым объектом [1, 2]. Для этого могут быть использованы ДРФП, позволяющие дистанционно получать информацию в различных диапазонах волн. Данный метод является одним из наиболее перспективных с точки зрения приобретения знаний о состоянии поверхности Земли.

Знания о земной поверхности можно рассматривать как специальным образом обработанные данные дистанционного зондирования, которые позволяют прогнозировать поведение исследуемого объекта, в то числе и при специальным образом организованных воздействиях. Решение значительной части задач мониторинга на основе данных дистанционного зондирования базируется на использовании методов обработки изображений. Под обработкой изображений понимают процедуры выделения особенностей на изображении и их идентификации на основании выбранных характеристик. Можно указать достаточно много направлений и областей применения методов и алгоритмов обработки изображений в системах космического мониторинга земной поверхности на основе данных дистанционного зондирования, например: системы навигации и наведения, геоинформационные системы, системы пеленгации, системы видеонаблюдения и др. [2, 3].

Одним из основных направлений использования аэрокосмических снимков является картографирование. В последнее время в связи с необходимостью всестороннего анализа экологических проблем материалы аэрокосмической съемки служат источником для создания тематических карт, изучения динамики геосистем. Наличие открытого доступа к снимкам земной поверхности в различных диапазонах, получаемых со спутников WorldView-1, QuickBird, Ikonos, Cartosat, ALOS, EROS, Orbview, SPOT, IRS, TERRA (ASTER), Landsat, и др. определяет широкие возможности по использованию данных дистанционного зондирования Земли [1 – 3].

Приведенные выше примеры применения методов алгоритмов обработки и регистрации изображений указывает на широкий набор средств, которые применяются при обработке данных дистанционного зондирования Земли. Важным является вопрос упорядочивания использования данных средств для организации наиболее эффективного их использования при решении поставленных задач, связанных с анализом информации о земной поверхности. Взаимосвязь разнообразных процессов получения и обработки знаний о земной поверхности целесообразно описать в виде модели получения и обработки информации о земной поверхности на основании данных дистанционного зондирования, полученных от ДРФП.

Обработка снимков земной поверхности предполагает выделение особенностей (изменений) объектов ПВ в поле информативных признаков, используемых датчиков. Независимо от используемых для дистанционного зондирования ДРФП, получаемая текущая информация может быть представлена посредством информативных параметров, измеряемых ДРФП. При этом, полезная информация, получаемая в процессе дистанционного зондирования, состоит в определении яркостных, контрастных, структурных (геометрических) информативных параметров, распределение которых в пределах визируемой поверхности (ВП) будем называть информативными полями. Исследование указанных информативных полей осуществляется после формирования изображений ВП путем сравнения с информацией, имеющейся в базе данных о ВП. Пополнение базы данных должно осуществляться только достоверной информацией, исключающей внесение сведений, имеющих случайный характер. При этом должен учитываться фактор старения информации. Таким образом, формируемая база знаний позволяет определять, модифицировать и пополнять знания, представленные в цифровом виде о земной поверхности.

Центральное место в формируемой базе данных о земной поверхности принадлежит правилам, которые определяют порядок дешифрирования информации дистанционного зондирования, получаемой от ДРФП и наполнения базы данных

Под дешифрированием снимка понимается процесс обнаружения локализации и классификации

объектов в соответствии с принятой в решаемой задаче совокупностью классов. Применение ДРФП и представление изображений ПВ через совокупность информативных параметров яркости, контраста и структуры объектов и фонов обуславливает необходимость усовершенствования методов дешифрирования результатов дистанционного зондирования, основанных на применении компьютерных методов обработки изображений, в том числе и методах, рассматриваемых в работах [4, 5].

Для эффективного решения задач классификации и распознавания исходные снимки земной поверхности необходимо подвергать предварительной обработке с целью повышения визуального качества, комплексирования и совмещения. В предварительную обработку изображений входит:

- 1) фильтрация шумов различного происхождения;
- 2) фильтрация с целью удаления несущественных деталей на изображении;
- 3) масштабирование (прореживание и интерполяция);
- 4) улучшение визуального качества на основе повышения резкости;
- 5) улучшение визуального качества на основе выделения контуров объектов изображений;
- 6) комплексирование и совмещение разноспектральных изображений.

Предлагаемый подход к получению, обработке информации и наполнению баз данных дистанционного зондирования позволяет рассматривать проблему анализа снимков Земли как единую задачу, включающую взаимосвязанные процедуры, обеспечивает возможность предъявления единых требований к подготовке разнообразных данных для выполнения различных процедур обработки изображений земной поверхности, а также использование одинаковых подходов при анализе информативных полей, описывающих результаты дистанционного зондирования, при решении различных типов задач, предполагающих использование информации о текущем состоянии и изменениях земной поверхности.

## **2. Анализ условий и требований к подготовке эталонных изображений (шаблонов).**

**2.1. Формирование требований к радиолокационным ЭИ.** Очевидно, что формирование требований к эталонным изображениям (ЭИ) независимо от типа информационного поля должно основываться на процессе формирования меры сходства текущего (ТИ) и эталонного изображений. В соответствии с этим требования к ЭИ должны определяться прежде всего:

- 1) электрофизическими характеристиками ВП, формирующими информационное поле.
- 2) влиянием среды распространения на информационные сигналы.
- 3) чувствительностью датчиков информационного поля.

- 4) условиями формирования ТИ.
- 5) алгоритмами формирования РФ.

Кроме того, при определении требований к ЭИ необходимо учитывать, что формирование ЭИ осуществляется с учетом следующих условий:

- получение информации о ВП осуществляется ДРФП;
- возможное присутствие на ВП мешающих, ложных объектов, затрудняющих решение задачи идентификации.

Эти условия определяют требования к этапам синтеза и качеству эталонной информации, получаемой в различных диапазонах волн, среди которых важным является выбор информативных участков на анализируемом изображении. Неудачный выбор эталона может существенно повлиять на результат идентификации. Это происходит, если эталон помещен в области, загороженной на другом изображении, в области с линиями разрыва, в области с периодической текстурой или в области с низким уровнем сигнала (с низкой информативностью). Последний случай встречается наиболее часто.

Для выбора информативных участков ВП при синтезе ЭИ могут быть применены методы, используемые для сравнения ЭИ и ТИ, либо другие методы обеспечивающие локализацию информативных участков изображений по критерию максимума коэффициента корреляции [4]. Перечень локализованных областей привязки должен предусматривать выполнение условий:

1. стабильности наблюдения выбранных объектов на ВП при воздействии суточных, сезонных, погодных и других изменений;
2. устойчивости к воздействию искажений ВП связанных с разрушением объектов, маскировкой, появлением новых, в том числе и ложных объектов.

При использовании для дистанционного зондирования моноскопических датчиков для локализации информативных участков данные должны быть преобразованы в двумерное изображение.

Синтез ЭИ осуществляется на основе системного объединения данных, содержащихся в цифровых картах местности (ЦММ), космических фотографиях и аэрофотоснимках, а также в каталогах информативных признаков (ИП) объектов навигации и окружающих фонов, при этом в ЭИ должен содержаться объем информации, достаточный для функционирования конкретного алгоритма. Каталоги ИП создаются по результатам измерений ИП с помощью радиолокационных (РЛК), инфракрасных (ИК) и телевизионных (ТВ) измерительных комплексов с набором тестовых покрытий и поверхностей в различных погодных условиях. Каталоги ИП представляют собой перечень классов поверхностей с определенными величинами контрастов и температур, либо наборы пар (признаков) покрытий с устойчивыми контрастами (трава - металл, металл - бетон, берег - река и др.).

Общие требования к размеру изображений определяются воздействием искажений на значение пика меры сходства ( $\gamma$  корреляционной функции (КФ)) (рис. 1) и вероятностью ложной привязки  $P_{лп}$  (рис. 2) [4, 5].

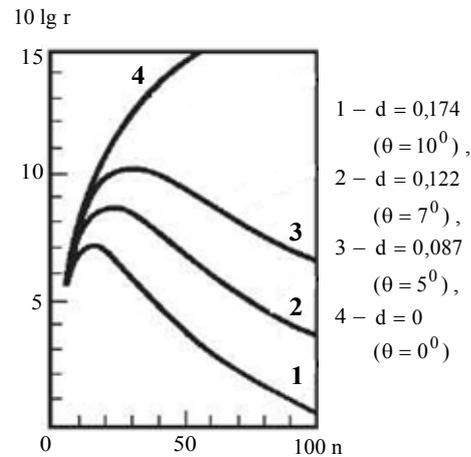


Рис. 1. Зависимость логарифма нормализованного среднего значения пика КФ от размера изображения

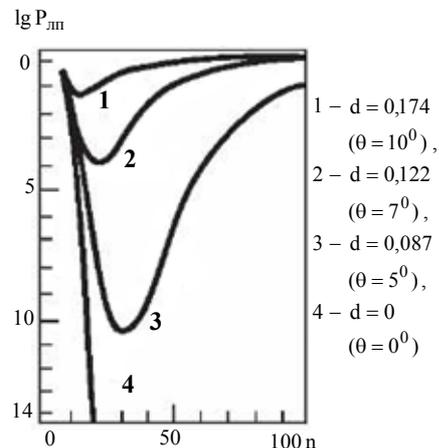


Рис. 2. Зависимость логарифма вероятности ложной привязки от размера изображения

Зависимости  $10 \lg \gamma$  и  $\lg P_{лп}$  от нормализованного размера изображения  $n$  приведены для 4 значений интенсивности искажений

$$d = \sqrt{(1-\alpha)^2 + \theta_n^2},$$

где  $\alpha$  – коэффициент изменения масштаба изображения;  $\theta_n$  – угол взаимного поворота ЭИ и ТИ.

Из рис 1 и 2 видно, что при отсутствии искажений  $10 \lg \gamma$  и  $\lg P_{лп}$  улучшаются с увеличением размеров изображений.

**2.2. Формирование требований к ЭИ инфракрасного типа/** Использование ИК диапазона предполагает использование свойств температурных контрастов нагретых объектов. Для получения ЭИ в интересах ИК датчиков могут быть использованы следующие подходы:

- получение эталонных снимков путем формирования ИК портретов участков поверхности визирования на предполагаемом маршруте движения датчи-

ков дистанционного зондирования с привязкой полученных ЭИ к ЦММ (ЦКМ);

- формирование ЭИ путем совместной обработки и структурного анализа аэрофотоснимков, полученных в видимом либо (и) ИК диапазоне волн;

- обработка и использование в качестве ЭИ цифровых виртуальных моделей местности, дополненных информацией о свойствах объекта в ИК диапазоне волн.

При формировании базы данных в видимом и ИК диапазонах волн полученные изображения должны быть приведены к единым стандартным условиям освещенности, промасштабированы по размеру и иметь единую ориентацию. При создании ЭИ в ИК диапазоне необходимо учитывать отсутствия теней на ИК изображениях объектов и значительную зависимость изображений от времени суток, времени года, погодных условий, возможность возникновения различного рода помех ИК системам (пожары, аномальные погодные условия).

**2.3 Формирование требований к ЭИ оптического (телевизионного) типа.** ЭИ в видимом диапазоне волн является наиболее универсальным, поскольку они сформированы в более высокочастотном диапазоне и могут быть использованы в качестве дополнительной информации. При создании ЭИ в оптическом диапазоне кроме указанных выше необходимо выполнить следующие требования:

- необходим учет возможных изменений условий получения данных (день, ночь, погодные условия, изменение ВП) путем коррекции ЭИ с использованием поправочных коэффициентов;

- синтез ЭИ должен производиться путем выбора информативных участков ВП, которые обеспечивают потенциально высокую степень совпадения используемых ЭИ с получаемыми ТИ;

- синтез ЭИ должен производиться с учетом объектового состава наблюдаемой сцены, возможной маскировки объектов, их разрушения.

При создании ЭИ по результатам аэрофото съемки могут быть использованы результаты разно ракурсной съемки участков.

Во время съемки ВП возможна ситуация, в которой в поле зрения попадает не целиком искомым

объект, а лишь какой-то его фрагмент. В этом случае, особенно при наличии шума и больших ошибках ориентирования (как следствие, большом размере области поиска объекта) возможны ложные максимумы функции сходства, поскольку посторонние объекты на снимке могут давать больший отклик, чем фрагмент искомого объекта. Улучшение локализации объекта может быть достигнуто путем «склеивания» функций сходства искомого объекта по нескольким снимкам, сделанным последовательно в небольшом временном интервале с разных ракурсов, в одну функцию сходства.

## Выводы

1. Анализ общих подходов к получению, обработке информации о поверхности Земли и наполнению баз данных показал необходимость выполнения анализа снимков Земли как единой задачи, включающей ряд взаимосвязанных процедур обработки изображений, а также использования одинаковых подходов при анализе информативных полей, описывающих результаты дистанционного зондирования.

2. Сформулированы условия и определены требования к массивам данных в поле информативных признаков, формируемых датчиками различной физической природы, выполнение которых направлено на обеспечение локализации информативных участков изображений.

## Список литературы

1. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования / У. Г. Рис. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
2. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р. А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
3. Уэно, Х. Представление и использование знаний / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
4. Баклицкий В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В.К. Баклицкий – Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009. – 360 с.
5. Методы фильтрации сигналов / Под ред. Баклицкого В.К. – Радио и св зь, 1986. – 216 с.

Надійшла до редколегії 2.10.2015

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

### АНАЛІЗ УМОВ І ВИМОГ ДО ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПОВЕРХНІ ВІЗУВАННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ БАЗИ ДАНИХ ТА ПІДГОТОВЦІ ЕТАЛОННИХ ЗОБРАЖЕНЬ

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

*Проведено аналіз загальних підходів до отримання та обробки інформації про поверхню Землі, а також наповнення баз даних, сформувані умови і вимоги до еталонної інформації про об'єкти поверхні, що спостерігається.*

**Ключові слова:** поверхня візування, інформативні ознаки, бази даних

### ANALYSIS OF THE CONDITIONS AND REQUIREMENTS FOR OBTAINING INFORMATION ABOUT THE OBSERVING SIGHT DURING THE FORMATION OF THE DATABASES AND PREPARATION OF THE REFERENCE IMAGES

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

*The analysis of the general approaches to obtaining and processing information on the Earth's surface as well as to the database provisioning was conducted, the conditions and requirements to the reference information on the observing sight objects were formed.*

**Keywords:** observing sight, informative signs, databases.