

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭТАЛОНОВ АВИАЦИОННЫХ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫХ СНИМКОВ**

магистр технических наук Романович К.А.

доцент кафедры «Интеллектуальные системы», кандидат технических наук Мурашко  
Н.И.

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси

### Введение

Авиационный мониторинг источников чрезвычайных ситуаций включает процедуры сравнения разновременных снимков объекта мониторинга, нахождения изменений и их классификацию. Снимок, полученный в предыдущем сеансе мониторинга, будем называть эталоном. Поиск изменений на текущем авиационном снимке может осуществляться в автоматическом или интерактивном режимах. Автоматический режим поиска изменений требует совмещение разновременных снимков с точностью до пикселя (1). Аэрокосмический мониторинг может выполняться в двух вариантах. В первом варианте на космическом снимке осуществляется поиск объекта мониторинга, нахождение изменений и их предварительная классификация. При обнаружении чрезвычайной ситуации производится авиационный мониторинг найденного на космическом снимке объекта, уточняются изменения на текущем изображении объекта мониторинга и их классификация. Во втором варианте сравниваются космический снимок (эталон), полученный на предыдущем сеансе мониторинга, с текущим изображением авиационного мониторинга и принимается решение об обнаружении источника чрезвычайной ситуации.

### 1. Требования к исходной информации для формирования эталона последовательности спектрозональных снимков

Требования к исходной информации определяется следующими факторами:

- задачами тематической обработки спектрозональных снимков, в частности обнаружения и мониторинга чрезвычайных ситуаций;
- возможностями совместной обработки авиационных и космических спектральных изображений;
- периодичностью мониторинга объектов наблюдения;
- наличием дополнительной видеоинформации, полученной из других источников дистанционного наблюдения, включая данные дистанционного зондирования Земли;
- наличием информации наземного наблюдения;
- наличием на район наблюдения цифровых карт требуемого масштаба;
- наличием на наблюдаемой местности реперных точек (объектов), геодезические координаты которых удовлетворяют требованиям тематической обработки спектрозональных снимков;
- допустимым временем обнаружения чрезвычайной информации с момента получения снимков;
- допустимой вероятностью обнаружения изменений на текущем снимке относительно эталонного;
- требованиями к вычислительным средствам комплекса авиационного мониторинга источников чрезвычайных ситуаций.

Задачи тематической обработки данных авиационного наблюдения можно свести:

- к оценке параметров очага поражения в результате чрезвычайной ситуации (лесной пожар, ураган, паводки, наводнение, разлив нефти и сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ));

- обнаружению тепловых аномалий;
- обнаружению нештатных ситуаций в полосе отчуждения магистрального трубопровода;
- обнаружение изменений внешнего облика объектов наблюдений.

В задачах аэрокосмического мониторинга на первом этапе осуществляется обнаружение источников чрезвычайных ситуаций по данным спутникового мониторинга. При этом предварительно уточняются характер и координаты источника ЧС, а на втором этапе осуществляется авиационная спектрозональная съемка высокого пространственного разрешения. Желательно, чтобы спектральные характеристики спутниковых и авиационных изображений совпадали.

Периодичность мониторинга существенно влияет на требования, предъявляемые к эталонам спектрозональных снимков. Так, если периодичность мониторинга составляет один раз в сезон года, то необходимо формировать эталон на сезон следующего года. При этом не известна фоновая обстановка на местности в следующем году. Это приводит к снижению вероятности автоматического обнаружения изменений объектов мониторинга. Требования еженедельному мониторингу ставят под сомнение возможность аэрокосмического мониторинга при отсутствии группировки спутников ДЗЗ с учетом погодных условий в районе наблюдения.

Дополнительная видеoinформация, получаемая из других источников дистанционного наблюдения повышает вероятность обнаружения и мониторинга источников ЧС. К дополнительной информации можно отнести данные ДЗЗ, полученные от зарубежных спутников в разных спектральных диапазонах, авиационные снимки, полученные воздушными судами, не входящим в состав системы оперативного мониторинга источников ЧС.

Наличие информации наземного наблюдения позволяет повысить вероятность обнаружения и идентификации источников ЧС.

Одной из проблем аэрокосмического мониторинга источников ЧС является отсутствие на район наблюдения цифровых карт местности требуемого масштаба. Цифровая карта местности необходима для геодезической привязки космических (панхроматических и спектрозональных) снимков, определения координат источника ЧС, прокладки маршрута для авиационного мониторинга. Цифровые карты местности масштаба 1:200000 и 1:100000 практически не пригодны для авиационного мониторинга высокого пространственного разрешения (0,1 м на пиксель). Это связано с тем, что размеры объектов мониторинга не превышают десятки метров. Так, например ширина полосы отчуждения магистрального трубопровода в среднем равна 250 м, а размеры инженерных сооружений на ней не превышают 10 м.

Для геодезической привязки космических и авиационных снимков необходимо наличие на наблюдаемой местности реперных точек (объектов), геодезические координаты которых удовлетворяют требованиям тематической обработки данных дистанционного наблюдения. Так, для высокоточного совмещения разновременных снимков, а также для прокладки маршрута самолета – носителя авиационной спектрозональной системы необходимо иметь реперные точки, геодезические координаты которых известны с точностью до 1 м.

При формировании эталона последовательности спектрозональных снимков необходимо учитывать допустимое время обнаружения чрезвычайной информации с момента получения снимков и характеристики вычислительного средства, на котором базируется программный комплекс авиационного мониторинга источников ЧС. Время обнаружения ЧС зависит от сложности алгоритмов тематической обработки спектрозональных снимков и количества информативных признаков эталона. Отсюда, при формировании эталона последовательности спектрозональных снимков необходимо решать проблему качество эталона – допустимое время обнаружения источника ЧС.

От качества эталона зависит вероятность автоматического обнаружения изменений на текущем снимке. В свою очередь, качество эталона зависит от эффективности информативных признаков спектрозонального изображения, сложности алгоритмов автоматического выделения информативных признаков и допустимого времени тематической обработки.

## 2. Технология формирования эталона последовательности спектрозональных снимков

Объекты авиационного мониторинга можно разбить на три группы: точечные, протяженные и площадные. Изображение точечного объекта мониторинга не должно выходить за пределы псевдоцветного снимка, сформированного из трех совмещенных спектрозональных снимков (2). Линейный объект мониторинга по ширине не должен превышать ширину точечного объекта и длину не более 4000 м. Поперечный и продольный размеры площадного объекта мониторинга не должны превышать 4000 м. В этом случае возможна совместная обработка данных авиационного и космического наблюдения. Далее будем рассматривать точечные и линейные объекты мониторинга. Очевидно, что для формирования эталона точечного объекта мониторинга необходима последовательность из трех спектрозональных снимков. Это связано с тем, что геометрические центры объекта мониторинга и спектрозонального снимка в общем случае не совпадают.

Технология формирования эталона последовательности спектрозональных снимков включает последовательность следующих этапов.

- 1) анализ области мониторинга и выделение на ней объекта мониторинга;
- 2) выбор спектральных оптических фильтров для каждой камеры авиационной спектрозональной системы;
- 3) прокладка маршрута спектрозональной авиационной съемки, на котором находится объект мониторинга. Маршрут должен быть прямолинейным. При мониторинге протяженного объекта маршрут может быть разбит на фрагменты (участки), каждый из которых является прямолинейным;
- 4) выбор высоты съемки;
- 6) выбор скорости полета носителя авиационной спектрозональной системы;
- 7) спектрозональная съемка на выбранном маршруте, формирование последовательности спектрозональных снимков;
- 8) геометрическая коррекция спектрозональных снимков, связанная с геометрическим расположением цифровых камер системы АВИС (2);
- 9) геометрическая и гистограммная коррекция спектрозональных снимков, связанная с нестабильностью высоты съемки и отклонением азимута самолета от заданного направления (2);
- 10) формирование псевдоцветного изображения (2);
- 11) последовательная сшивка соседних псевдоцветных изображений (ПЦИ), содержащих объект мониторинга или его фрагмент;
- 12) выделение изображения объекта мониторинга на ПЦИ;
- 13) выделение информативных признаков изображения объекта мониторинга;
- 14) выбор оптимального алгоритма обнаружения изменений (1);
- 15) выбор оптимального алгоритма идентификации источника чрезвычайных ситуаций.
- 16) формирование файла метаданных эталона изображения объекта мониторинга;
- 17) контроль корректности эталона изображения объекта мониторинга.
- 18) формирование цифровой модели изображения объекта мониторинга и его составных частей.

## 3. Формирование файла метаданных эталона изображения объекта мониторинга

В процессе подготовки эталона последовательности спектрозональных снимков необходимо сформировать метафайл данных, необходимых для обнаружения и мониторинга источников чрезвычайных ситуаций, который включает:

- 1) общую информацию об эталоне последовательности спектрональных снимков:
  - дату и время получения исходных спектрональных снимков,
  - спектральный диапазон оптического фильтра, установленного в каждом канале авиационной спектрональной системы,
  - высота съемки,
- 2) информацию для каждого псевдоцветного кадра:
  - порядковый номер кадра;
  - географические координаты;
  - рекомендуемая высота съемки;
  - рекомендуемая скорость полета;
  - размеры псевдоцветного изображения (в пикселях),
  - размеры псевдоцветного изображения на местности, м
  - ориентация снимка по сторонам света;
  - рекомендуемые алгоритмы фильтрации геометрических и гистограммных искажений;
  - рекомендуемые алгоритмы выделения объектов наблюдения;
  - рекомендуемые алгоритмы обнаружения изменений;
  - рекомендуемые алгоритмы идентификации источника чрезвычайных ситуаций;
  - другая служебная информация

#### Литература:

1. Л.А. Белозерский. Разностные представления в обнаружении изменений внешнего облика наземных объектов разновременной космической съемки оптического диапазона/Л.А. Белозерский, Н.И. Мурашко, Л.В. Орешкина, А.И. Шевченко. Научное издание. ППШ «Наука і освіта», Донецк, 2013.- 436 с.

2. Н.И. Мурашко Н.И., А.А. Колтун, К.А. Романович. Коррекция последовательности спектрональных снимков, формируемых АПК СПЕКТР// в настоящем сборнике.