

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**Н. И. Мурашко, Л. А. Белозерский**

---

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси*

*Минск, Беларусь*

*e-mail: [murnic@newman.bas-net.by](mailto:murnic@newman.bas-net.by)*

Обсуждается структура и функции экспериментальной системы аэрокосмического мониторинга и ее компонентов: программное обеспечение для обработки спутниковых и аэрофотоснимков и бортовой многоканальный спектрональный фотографический комплекс.

Обсуждаются проблемы специальной обработки спутниковых и авиационных изображений, которые возникли в процессе создания системы аэрокосмического мониторинга чрезвычайных ситуаций.

*Ключевые слова:* авиационный и космический мониторинг; спутниковые и авиационные снимки; аэрокосмическая система мониторинга чрезвычайных ситуаций.

## **EXPERIMENTAL AEROSPACE MONITIRING SYSTEM**

**N. I. Murashko, L. A. Belazerski**

---

*United Institute of Informatics Problems of NAS*

*Minsk, Belarus*

The report discusses the structure and function of the experimental system of aerospace monitoring and its components: software for processing of satellite and aerial images and the airborne multichannel spectrozonal photographic complex.

Discusses the problems of the special processing satellite and aero images that emerged in the process of creating a aerospace monitoring system of emergencies.

*Keywords:* aero and space monitorin; satellite and aerial images; aerospace monitoring system of emergencies.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В Беларуси значительное внимание уделяется аэрокосмическому мониторингу потенциальных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Аэрокосмический мониторинг требует достоверных данных дистанционного наблюдения: спутниковых изображений, полученных в разных спектральных диапазонах, и авиационных многоканальных снимков местности. От качества данных дистанционного наблюдения зависит эффективность принятых решений в части обнаружении чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий. В ряде случаев для обнаружения потенциальных источников чрезвычайных ситуаций техногенного характера

необходимы снимки сверхвысокого разрешения (от 0,05 м/пиксель), позволяющие контролировать состояние наземных объектов, например элементов магистральных трубопроводов.

В Республике Беларусь в рамках научно-технической программы союзного государства России и Беларуси «Мониторинг – СГ» разрабатывается экспериментальная система аэрокосмического мониторинга источников чрезвычайных ситуаций (система АКС-ЧС). Данные, полученные системой АКС-ЧС, будут поступать в Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (РЦУРЧС).

## **СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Экспериментальная система АКС-ЧС предназначена для функционирования в МЧС Республики Беларусь. Для создания системы АКС-ЧС разрабатываются алгоритмы и программные средства тематического дешифрирования информации о местности по данным дистанционного (спутникового и авиационного) наблюдения за потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций [1].

Система АКС-ЧС включает программно-информационный комплекс обработки данных спутникового наблюдения (комплекс ПКСМ), программный комплекс обработки авиационных снимков (комплекс ПКАМ) и многоканальный авиационный комплекс дистанционного зондирования (комплекс «Спектр») [2]. Данные, полученные авиационным комплексом «Спектр», а также спутниковые изображения поступают в базу данных ситуационного центра МЧС, в составе которого будут функционировать комплексы ПКСМ и ПКАМ.

Комплекс «Спектр» включает авиационную спектрозональную систему АВИС (разработка НИИ ПФП БГУ), установленную на гиростабилизированной платформе. Стабилизация системы АВИС осуществляется по тангажу и крену в пределах  $\pm 5^\circ$ , а по курсу –  $\pm 30^\circ$ . Комплекс «Спектр» позволяет выполнять съемку подстилающей поверхности в трех спектральных каналах за счет сменных оптических спектральных фильтров. В зависимости от решаемой задачи мониторинга в каждом из каналов системы АВИС может устанавливаться один из 12 фильтров. Кроме того, комплекс «Спектр» позволяет выполнять съемку в инфракрасном диапазоне (7,5–12 мкм), который предназначен для обнаружения тепловых аномалий на местности, например обнаружение возгорания торфяников при отсутствии дыма и открытого очага пожара. Данный комплекс оснащен спутниковой навигационной системой и лазерным высотомером, что позволяет автоматически определять географические координаты каждого кадра и высоту съемки.

Программно-информационный комплекс ПКСМ предназначен для тематической обработки спутниковых снимков. Он функционирует в двух режимах: автоматическое обнаружение изменений на последовательности разновременных снимков и их классификация и интерактивное обнаружение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера по данным текущего космического снимка. Для первого режима необходимо иметь не менее двух разновременных снимков на заданную область мониторинга, при этом снимки должны быть получены в одном и том же сезоне. Технология автоматического обнаружения изменений в районе мониторинга требует совмещения текущего и предшествующего (эталонного) снимков с точностью до пикселя, что накладывает ограничения на качество космических снимков и условия их по-

лучения [3]. Для минимизации геометрических искажений космическая съемка должна выполняться в надир.

Во втором режиме работы ПКСМ для тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли не требуются разновременные космические снимки одного и того же сезона года. Оператор в интерактивном режиме находит изменения на текущем снимке относительно предыдущего. Комплекс ПКСМ обеспечивает возможности обнаружения изменений внешнего облика объектов мониторинга под воздействием таких явлений, как:

- лесные и торфяные пожары;
- весеннееводное и ливневые паводки;
- аварии на магистральных газо-, нефте- и продуктопроводах;
- аварии на водохранилищах и очистных сооружениях.

Программный комплекс ПКАМ предназначен для тематической обработки авиационных снимков, получаемых комплексом «Спектр». Снимки высокого пространственного разрешения (0,1 м с высоты 500 м) используются как для периодического мониторинга источников чрезвычайных ситуаций, так и для оценки последствий чрезвычайных ситуаций на местности. Авиационные снимки сопровождаются файлом метаданных, включающим дату и время съемки, высоту съемки, географические координаты центра снимка, углы наклона снимка, связанные с тангажем и креном самолета – носителем комплекса «Спектр».

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ АКС-ЧС

Система ИСМ-ЧС включает функционально независимые программно-информационные комплексы ПКСМ и ПКАМ, которые могут подключаться к базе данных ситуационного центра МЧС.

Комплекс ПКСМ в автоматическом режиме контролирует получение ситуационным центром МЧС информации очередной многоспектральной космической съемки, осуществляет ее анализ и распределение для дальнейшего использования, выполняет тематическую обработку информации в части обнаружения изменений на объекте мониторинга и их классификацию.

Базовым техническим решением, лежащим в основе построения комплекса ПКСМ, лежит принцип тематической обработки, ориентированной на сопоставление изображений разновременных космических съемок по заданной территории земной поверхности в зоне мониторинга. Комплекс ПКСМ представляет совокупность автоматически взаимодействующих модулей:

- автоматического управления комплексом ПКСМ;
- контроля и распределения входной информации;
- автоматизированной подготовки установочных данных на участок мониторинга зоны ответственности комплекса;
- автоматического обнаружения фрагментов области мониторинга (ОМ);
- совместной тематической обработки фрагментов ОМ;
- обнаружения изменений в составе фрагментов ОМ;
- автоматического спектрального анализа изменений фрагментов ОМ;
- поддержки принятия решений по состояниям ОМ.

Источниками внешней информации для функционирования указанных модулей являются база данных ситуационного центра МЧС и локальная база данных ПКСМ,

предназначенная для хранения настроек параметров комплекса, установочных данных на мониторинг по каждому участку мониторинга зоны ответственности.

Необходимость специальной обработки авиационных снимков с использованием комплекса ПКАМ связана конструктивными особенностями блока оптических датчиков авиационной спектрゾональной системы комплекса «Спектр» и ограниченными возможностями авиационной стабилизирующей платформы. Блок оптических датчиков включает пять цифровых фотокамер, управляемых бортовой ЭВМ. Время срабатывания затворов цифровых фотокамер не совпадает из-за особенности операционной системы Windows и USB-портов. В результате относительное смещение снимков, полученных разными цифровыми фотокамерами, зависит от скорости воздушного судна. Для совместной обработки снимков, полученных в разных спектральных диапазонах, необходимо их совместить с точностью до одного пикселя. Для компенсации ограниченных возможностей авиационной стабилизирующей платформы производится измерение и запись параметров пространственного положения блока оптических датчиков при превышении отклонения самолета по тангажу и крену более  $\pm 5^\circ$ . Полученные параметры используются для автоматической цифровой коррекции авиационных снимков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе создания экспериментальной системы аэрокосмического мониторинга чрезвычайных ситуаций возникли проблемы специальной обработки космических и авиационных снимков, связанные с их качеством и погодными условиями съемки.

В ОИПИ НАН Беларуси разработаны алгоритмы и программные средства автоматического обнаружения изменений на разновременных спутниковых изображениях, алгоритмы и программные средства автоматической коррекции авиационных спектрゾональных и инфракрасных (тепловых) изображений, программные средства обнаружения источников чрезвычайных ситуаций.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Разностные представления изменений внешнего облика наземных объектов разновременной космической съемки оптического диапазона / Л. А. Белозерский [и др.]. Донецк : Наука и образование, 2013. 436 с.
2. Мурашко Н. И., Белозерский Л. А., Орешкина Л. В. Информационная система аэрокосмического мониторинга // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS&IT'2015 : в 3 т. Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2015. Т. 2. С. 14–19.
3. Чандра А. М., Гош С. К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М. : Техносфера, 2008. 312 с.