

УДК 528.852

## СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА



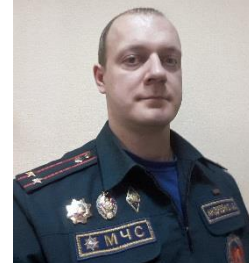
**Н.И. Мурашко**

*Заведующий лабораторией ОИПИ НАН Беларуси кандидат технических наук, доцент*



**А.А. Иванов**

*Начальник Республиканского центра управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь*



**А.В. Андреев**

*Главный специалист Республиканского центра управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь*

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Республика Беларусь  
Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации, Республика Беларусь  
E-mail: [turnic@newman.bas-net.by](mailto:turnic@newman.bas-net.by)*

**Аннотация.** Проблема обработки больших данных для обнаружения чрезвычайных ситуаций стала актуальной после разработки технологий, программных и технических средств получения и обработки информации от многоканальных авиационных и космических средств дистанционного мониторинга. В статье рассматриваются проблемы обработки данных аэрокосмического мониторинга чрезвычайных ситуаций. Для обнаружения чрезвычайных ситуаций необходимо обрабатывать в реальном времени гигабайты разнородной информации. Представлены основные требования к системе обработки данных аэрокосмического мониторинга. Рассмотрены структура программных комплексов обработки разнородных данных авиационного и космического мониторинга чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** аэрокосмический мониторинг, спектрзональные снимки, программный комплекс, данные мониторинга, обнаружение и классификация чрезвычайных ситуаций, лесной пожар, пожар на торфянике, наводнение, разлив нефти.

### *1. Проблемы обработки данных аэрокосмического мониторинга*

В настоящее время не существует единой технологии автоматического обнаружения чрезвычайных ситуаций природного характера по данным аэрокосмического мониторинга. Для обнаружения пожаров и ураганов в лесу, паводков и наводнений, утечки нефти и нефтепродуктов из магистральных трубопроводов и других чрезвычайных ситуаций необходимо обрабатывать в реальном времени гигабайты информации. При этом надо учитывать, что данные дистанционного наблюдения отличаются высоким пространственным разрешением, спектральными характеристиками, условиями освещенности наблюдаемой сцены и сезоном года, в котором они получены [1]. Отсюда возникает проблема автоматической обработки данных и принятия решения о достоверности обнаружения и классификации чрезвычайных ситуаций и их последствий. В настоящее время принятие решения осуществляет оператор, который визуально оценивает качественную сторону чрезвычайной ситуации, но не может дать достоверную количественную оценку [2].

Для вычисления параметров последствий чрезвычайной ситуации на местности необходимы данные аэрокосмического мониторинга, полученные до её возникновения. Например, для оценки площади поваленного леса в следствии урагана необходимо учитывать вырубку и гари леса. Для этого необходимо иметь данные дистанционного наблюдения лесного массива до

урагана. Получение эталонных авиационных снимков лесного массива до чрезвычайных ситуаций природного характера экономически нецелесообразно, так как заранее неизвестны координаты места пожара или лесоповала. Необходимо отметить, что космические снимки, получаемые космическими аппаратами Landsat и другими, имеют низкое пространственное разрешение (30 м) и большую полосу обзора (до 185 км), а относительно дорогие спектрально-авиационные снимки - пространственное разрешение от 0,10 до 0,40 м и ширину полосы обзора от 250 до 1000 м. Отсюда вытекает целесообразность совместной обработки авиационных и космических снимков наблюдаемой территории [3].

### *2. Требования к системе обработки данных аэрокосмического мониторинга*

Входной информацией для системы обработки данных аэрокосмического мониторинга являются космические и авиационные снимки, географические координаты, дата, время, высота и угол съемки, другая информация о местности и о результатах её мониторинга. Для обнаружения и классификации чрезвычайных ситуаций и их последствий система должна функционировать в трех режимах:

- по текущим данным авиационного (космического) мониторинга;
- по данным текущего и предыдущего авиационного (космического) мониторинга;
- по данным текущего авиационного и предыдущего космического мониторинга.

Для вычисления последствий пожаров и ураганов в лесу, наводнений и паводков экономически целесообразен третий вариант, при котором обрабатываются данные авиационной съемки, а для принятия решения о размерах последствия чрезвычайной ситуации используются архивные космические снимки. Для мониторинга динамики наводнения необходимо обрабатывать данные авиационной спектрально-авиационной съемки с заданной временной периодичностью [4].

Система должна иметь возможность оперативной настройки на решение задачи классификации и определения размеров последствий чрезвычайной ситуации в условиях недостатка и зашумленности входных данных. Здесь под зашумленностью данных понимается радиометрические и геометрические искажения авиационных (космических) снимков, наличие на них теней от облаков, деревьев, инженерных сооружений, бликов на водной поверхности и т.д.

Система должна в автоматическом режиме оценивать качество входных данных и принимать решение о возможности обработки данных дистанционного наблюдения с целью обнаружения последствий чрезвычайных ситуаций заданного класса и позволять оператору оперативно контролировать каждый этап обработки данных мониторинга, а также в диалоговом режиме вносить необходимые изменения в вычислительный процесс.

### *3. Программные комплексы обработки данных аэрокосмического мониторинга*

Экспериментальная система обработки данных аэрокосмического мониторинга, разработанная в ОИПИ НАН Беларуси, включает программный комплекс авиационного мониторинга (ПКАМ) и программный комплекс спутникового мониторинга (ПКСМ) и по существу является мультиагентной. Каждый агент системы является функционально независимым интеллектуальным комплексом и предназначен для решения конкретного класса задач. Программные комплексы обмениваются информацией через базу данных. При этом программный комплекс ПКАМ может быть пространственно распределенным и включать стационарную и мобильную (авиационную) составляющие. Обмен данными между авиационной и стационарной частями комплекса ПКАМ может осуществляться по каналу связи [2].

В программных комплексах ПКАМ и ПКСМ последовательность выполнения задач обработки данных осуществляют управляющие программы. Особенностью программного комплекса спутникового мониторинга является то, что степень автоматизации обработки данных спутникового мониторинга и обнаружения изменения на местности составляет 97%. На выходе ПКСМ отображается информация об обнаруженной чрезвычайной ситуации, координатах и площади очага поражения. Программный комплекс ПКСМ предназначен для обработки

данных дистанционного наблюдения (ДЗЗ) спутниковой группировки. Время обработки данных ДЗЗ на район мониторинга не превышает 30 мин. При этом площадь района мониторинга для российского космического аппарата «Канопус-В» и белорусского космического аппарата БКА составляет 169 кв. км., а количество объектов наблюдения природного и техногенного характера – 124. При необходимости программный комплекс ПКСМ может настраиваться на обработку данных других космических аппаратов. Для реализации поставленных задач программный комплекс ПКСМ включает 8 программных модулей:

- управления комплексом, контроль и распределение входной информации,
- подготовки установочных данных по участкам мониторинга зоны ответственности,
- обнаружение фрагментов области мониторинга,
- совместной яркостной обработки фрагментов участка мониторинга,
- обнаружения изменений в составе фрагментов текущих изображений области мониторинга,
- спектрального анализа изменений фрагментов области мониторинга,
- поддержки решений по состояниям области мониторинга.

Принципы обнаружения внешнего облика объектов мониторинга по данным космической съемки изложены в [5].

В качестве входной информации для программного комплекса ПКАМ являются спектрально-зональные снимки сверхвысокого пространственного разрешения видимого и ближнего инфракрасного диапазонов и снимки высокого разрешения среднего инфракрасного (теплого) диапазона. Снимки видимого и ближнего инфракрасного диапазонов имеют пространственное разрешение 0,1 м/пиксель с высоты 1000 м и радиометрическое разрешение 16 бит/пиксель. При этом на борту летательного аппарата может выполняться обработка данных, которая включает конвертацию форматов входной информации, формирование файла метаданных снимков, предварительный анализ и классификацию чрезвычайной ситуации. В ситуационном центре МЧС Республики Беларусь производится основная обработка данных авиационного мониторинга и формируется отчетный документ, необходимый для принятия решения о ликвидации чрезвычайной ситуации и ее последствий.

Программный комплекс ПКАМ включает следующие программные модули:

- конвертации данных авиационного мониторинга;
- просмотра исходных данных аэросъемки.
- формирования многоканальных спектрально-зональных снимков высокого разрешения;
- геометрической коррекции панхроматических снимков, полученных в режиме «Стерео», и геометрическую коррекцию спектрально-зональных снимков;
- повышения качества авиационных изображений видимого диапазона;
- совместной обработки изображений видимого и инфракрасного диапазонов;
- формирования эталонного и текущего изображений участка мониторинга по данным последовательности авиационных снимков;
- вычисления геометрических параметров изменений на участке мониторинга, вызванных чрезвычайными ситуациями, включая изменения внешнего облика инженерных сооружений и изменения на разновременных спектрально-зональных изображениях;
- формирования отчетных документов по результатам авиационного мониторинга;

Программные модули ПКАМ позволяют реализовать следующие функции обнаружения чрезвычайных ситуаций и их последствий:

- 1) мониторинг источников чрезвычайных ситуаций (лесной пожар, паводки, наводнение);
- 2) оценка площади лесного массива, сгоревшего в результате пожара;
- 3) оценка площади лесного массива, поваленного в результате урагана;
- 4) оценка площади разлива нефтепродуктов в результате аварии на магистральном

нефтепроводе;

5) мониторинг тепловых аномалий на торфянике;

6) обнаружение в интерактивном режиме изменений внешнего облика инженерных сооружений;

7) обнаружение источников чрезвычайных ситуаций в охраняемой зоне магистрального трубопровода.

Методы обработки данных дистанционного зондирования Земли известны [6-8]. Источником информации для авиационного мониторинга являются многоканальные цифровые спекрозонные фотокамеры, установленные на пилотируемых и беспилотных летательных аппаратах, например [9]. Структура и принципы работы многоагентных систем раннего обнаружения пожаров в лесу и на торфянике представлены в [10–11].

### Список литературы

- [1]. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
- [2]. Мурашко Н.И. Информационная система аэрокосмического мониторинга/ Белозерский Л.А., Мурашко Н.И., Орешкина Л.В.// Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS&IT' 2015. Научное издание в 3-х томах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015.- Т.2. – С. 14-19.
- [3]. Мурашко Н.И. Проблемы использования разновременных спутниковых снимков в решении задач автоматического обнаружения изменений на местности / Л.А. Белозерский, Н.И. Мурашко, Л.В. Орешкина, С.Л. Потапов //Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS&IT' 16. Научное издание в 3-х томах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. - Т. 1.- С. 206-2011.
- [4]. Мурашко Н.И. Обнаружение последствий чрезвычайных ситуаций по данным авиационного мониторинга /А.В. Андреев , Н.И. Мурашко , К.А. Романович. // Материалы VII Белорусского космического конгресса. - Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – Т.2. – С. 99 – 102.
- [5]. Белозерский Л.А., Мурашко Н.И., Орешкина Л.В., Шевченко А.И. Разностные представления изменений внешнего облика наземных объектов разновременной космической съемки оптического диапазона / Донецк: Наука и образование, 2013. – 436 с.
- [6]. Потапов А.А., Гуляев Ю.В., Никитов С.А., Пахомов А.А., Герман В.А. Новейшие методы обработки изображений / Под ред. А.А. Потапова.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
- [7]. Чандра А.М., Грош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008.- 312 с.
- [8]. Шовенгард Р.А. Дистанционного зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2013. -592 с.
- [9]. Беляев Б.И., Катковский Л.В. Оптическое дистанционное зондирование.- Минск.: БГУ, 2006.- 455 с.
- [10]. Мурашко Н.И. Многоагентная система раннего обнаружения лесных пожаров/ Н.И. Мурашко, В.В. Зелень, А.Н. Мурашко // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS&IT' 2015. Научное издание в 3-х томах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015.- Т.1. – С. 128-132.
- [11]. Мурашко Н.И. Мультиагентная система обнаружения торфяных пожаров //Л.А. Белозерский, Н.И. Мурашко, Л.В. Орешкина. /Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS&IT' 16. Научное издание в 3-х томах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. - Т. 1.- С. 201-205.

## SYSTEM FOR PROCESSING DATA OF AEROSPACE MONITORING

**N. I. MURASHKO, PhD**  
*Head of the laboratory of  
OIPI NAN of Belarus, , As-  
sociate professor*

**A.A. IVANOV**  
*Chief of Republican control  
center and emergency re-  
sponse of the Ministry of  
Emergency Situations of Re-  
public of Belarus*

**S.V. ANDREENKO**  
*Chief specialist of Republican  
control center and emergency  
response of the Ministry of  
Emergency Situations of Re-  
public of Belarus*

*United Institute of Informatics Problems National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus  
Republican Emergency Management and Response Centre, Republic of Belarus  
E-mail: murnic@newman.bas-net.by*

**Abstract.** The problem of processing big data for the detection of emergencies became relevant after the development of technologies, software and technical means of obtaining and processing information from multi-channel aircraft and space monitoring. The article deals with the problems of processing aerospace emergency monitoring data. To detect emergencies, it is necessary to process in real time gigabytes of heterogeneous information. The article presents the main requirements to the data processing system for aerospace monitoring. This article presents the structure of software complexes for processing heterogeneous data aero and space monitoring of emergency situations.

**Key words:** aerospace monitoring, spectrozonal images, software package, monitoring data, detection and classification of emergencies, wildfire, peatland fire, flood, oil spill.