

ТЕХНОЛОГИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Проанализированы возможности использования космических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для решения задач экологического мониторинга. Разработана технология регионального мониторинга окружающей среды и состояния природно-технических комплексов на основе использования данных, получаемых космическими средствами наблюдения. Определены требования к составу и структуре алгоритмического и программного обеспечения для предварительной и тематической обработки изображений, а также рекомендации по интеграции геоинформационных систем и программных комплексов обработки данных дистанционного зондирования.

Opportunities of use of space systems of remote sounding of Earth for the decision of problems of ecological monitoring are analyzed. The technology of regional monitoring of an environment and a condition of nature-technical complexes is developed on the basis of use of the data received by space means of supervision. Requirements to structure and structure algorithmic and the software for preliminary and thematic processing images, and also the recommendation for integration of geoinformation systems and program complexes of data processing of remote sounding are determined.

Данные дистанционного зондирования с помощью оптических, многозональных и радиолокационных систем наблюдения являются важным источником информации о состоянии окружающей среды и природных ресурсах. Информация, получаемая от систем космической съемки, применяется при решении задач экологического мониторинга, лесного хозяйства (обнаружение лесных пожаров, оценка вырубленных площадей и состояния лесных массивов), земельного кадастра внегородских территорий и т.д. Использование космических технологий для работы в чрезвычайных ситуациях позволяет получать оперативную информацию на всех стадиях стихийных бедствий.

Использование материалов космической съемки как основополагающего элемента пространственной базы данных рассматривается в качестве основы формирования региональной геоинформационной системы (ГИС) рационального природопользования, являющейся одной из важнейших технологий интеграции и взаимо-

действия субъектов федерации в Уральском федеральном округе.

Цель и задачи проекта – разработка технологии регионального мониторинга окружающей среды и состояния природно-технических комплексов на основе использования данных, получаемых космическими средствами наблюдений; выработка рекомендаций по оптимизации использования данных космического дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) при решении задач экологического мониторинга; оценка техногенных воздействий на окружающую среду, в том числе и при чрезвычайных ситуациях, на региональном уровне.

В процессе выполнения проекта проанализированы особенности дистанционного мониторинга земной поверхности в различных спектральных диапазонах для определения потенциальных характеристик технических средств наблюдения Земли из космоса и требования, предъявляемые к ним при решении экологических и природно-

ресурсных задач. Анализ возможностей существующих систем дистанционного зондирования позволяет определить оптимальные методы и виды обработки принимаемых сигналов и изображений при космическом мониторинге.

В рамках проекта решаются задачи по разработке и созданию технологии использования данных космических съемок для экологического мониторинга и оценки природных и техногенных воздействий на окружающую среду, в том числе обнаружения и локализации очагов лесных пожаров, мониторинга водных ресурсов и объектов водного хозяйства.

Проведен анализ и обобщение методик оценки параметров качества природной среды и состояния потенциально опасных объектов по данным дистанционного зондирования. На основании этого анализа сформулированы требования к характеристикам космических снимков (разрешающая способность, размер полосы обзора, периодичность съемки, радиометрическое разрешение и т.д.) и определены основные информационные признаки для решения поставленных задач дистанционного мониторинга.

Разработана технология экологического мониторинга территории региона на основе использования данных ДЗЗ из космоса, включающая следующие элементы:

- рекомендации по использованию существующих станций оперативного приема спутниковой информации в регионе и других путей получения данных ДЗЗ;
- требования к параметрам и атрибутивным данным цифровых космических снимков для различных задач экологического мониторинга;
- требования к составу и структуре программного обеспечения предварительной и тематической обработки изображений;
- требования к используемым ГИС и картографическим основам;
- методики и алгоритмы выделения природно-техногенных объектов и опасных природных явлений на космических снимках;
- рекомендации по применению методов автоматизированного дешифрирова-

ния основных характеристик природных объектов;

- рекомендации по интеграции геоинформационных систем и программных комплексов обработки данных дистанционного зондирования.

Основное место в технологии космического мониторинга занимает этап тематической обработки, целью которого является составление тематических карт или слоев ГИС на основе дешифрирования и интерпретации материалов ДЗЗ.

Дешифрирование проводится на основе предварительно составленных условных характеристик природных объектов (эталон). Интерпретация объектов дешифрирования проводится в интерактивном режиме с использованием данных, полученных в ходе полевых (подспутниковых) наблюдений и хранящихся в виде слоев ГИС.

Программные комплексы, используемые на этом этапе обработки данных ДЗЗ, реализуют как процедуры традиционной обработки изображений, так и специальные задачи. К первой группе относятся алгоритмы обнаружения слабоконтрастных точечных и протяженных объектов, построения границ однородных областей, определения периметра и площадей выделенных объектов, фильтрации изображений с использованием широкого набора фильтров: линейных, медианных, локальных адаптивных и т.п.

Вторую группу образуют алгоритмы вычисления текстурных характеристик в локальном окне, алгоритмы вычисления главных компонентов раstra, методы линейного анализа с использованием преобразований Хафа, вейвлет-преобразований и др. В эту же группу включены методы тематической интерпретации многослойных данных на основе использования нейронных сетей, а также различные тематические программы, например расчет вегетационных индексов по стандартным алгоритмам, применяемым NOAA.

Предложен ряд процедур тематической обработки космических изображений, составляющих основу программного обеспечения по обработке данных дистанционного зондирования поверхности Земли из космо-

са: фильтрация спекл-шумов на когерентных радиолокационных изображениях, обнаружение малоразмерных и слабоконтрастных объектов, классификация объектов по их размерам и ориентации, алгоритм выделения границ областей с различными отражающими (излучающими) характеристиками, алгоритм выделения линейных структур (линеаментов) на изображениях. Создана тематическая подборка космических снимков типовых природно-технических комплексов в различных спектральных диапазонах (на примере Уральского региона).

Разработаны программные продукты – технологические модули, реализующие алгоритмы тематической обработки космических изображений. Указанные модули должны составить основу программно-аппаратного комплекса – АРМ исследователя-дешифровщика космических изображе-

ний. Создана программная оболочка, призванная на первом этапе интегрировать разработанное программное обеспечение и сопряжение с ГИС в едином программно-аппаратном комплексе.

Результаты работы используются в Уральском региональном информационно-компьютерном центре Минприроды РФ и Центре мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций ГУ по делам ГО и ЧС Свердловской области при создании информационно-аналитической системы управления рисками ЧС.

Результаты работы нашли отражение в программе новой учебной дисциплины «Принципы построения радиоэлектронных систем дистанционного мониторинга» и в разделе учебного пособия, подготовленного с участием одного из авторов настоящего проекта.