

Определенный опыт использования данных дистанционного зондирования Земли имеет Министерство лесного хозяйства. Представляется возможным вычислить и составить ведомость оценочных значений площади вырубок или ущерб от лесоповалов.

Запуск «БелКА» — принципиально новый этап развития космических технологий. Создание, запуск и ввод в эксплуатацию белорусского космического аппарата позволит в значительной мере удовлетворить потребности белорусских пользователей в космических снимках высокого разрешения. Технические характеристики спутника позволяют Беларуси быть конкурентоспособной на мировом рынке космических услуг, в целевой информации белорусского космического аппарата уже сегодня есть заинтересованность других государств.

Эффективное развитие экономики страны немыслимо без внедрения новых наукоемких технологий. Об этом шел конкретный и требовательный разговор на III Всебелорусском народном собрании. Космические информационные технологии входят в число важнейших направлений развития науки, техники и технологий Беларуси, Российской Федерации, Евросоюза. Неправильно будет сказано, что все у нас сделано, что все нам ясно. Для реализации этого приоритетного направления предстоит огромная интеллектуальная работа. Планируется придать самое серьезное значение разработке методов, алгоритмов, а также программному обеспечению для решения прикладных задач. Развитие Парка высоких технологий будет способствовать работе в этом направлении.

## **НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС БЕЛОРУССКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ: ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

**С.В. Абламейко, С.А. Золотой,  
А.Н. Крючков, О.А. Семенов**

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,  
УП «Геоинформационные системы» НАН Беларуси

Современная концепция развития средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) основана на постепенном переходе к использованию малых и микроспутников наряду с применением современных крупногабаритных космических аппаратов, обеспечивающих получение снимков земной поверхности очень высокого (1–10 м) и сверхвысокого (менее 1 м) разрешения [1, 2]. Это требует организации и развития наземной структуры приема, обработки, архивации и распространения космической информации.

В докладе рассматриваются технологии обработки данных ДЗЗ, которые разрабатываются в рамках наземного комплекса Белорусской космической системы дистанционного зондирования.

Разрабатываемый комплекс предназначен в первую очередь для обработки данных ДЗЗ, которые должны поступать от Белорусского космического аппарата «БелКА», обеспечивающий панхроматическую съемку с разрешением 2,5 м и многозональную съемку (4 канала: 0,54–0,6; 0,63–0,69; 0,69–0,72; 0,75–0,86) с разрешением 10 м. Полоса захвата при панхроматической съемке в надир с высоты 510 км — 23,3 км и при многозональной — 20,1 км.

Снимки, получаемые с аппарата «БелКА», относятся к снимкам с очень высоким разрешением, что обеспечивает среднемасштабное топографическое картографирование, детальное тематическое картографирование природных и социально-экономических объектов. Разрабатываемые технологии обработки данных ДЗЗ наземного комплекса Белорусской космической системы дистанционного зондирования (НК БКСДЗ) ориентированы на обработку данных и от других спутников как с низким разрешением NOAA (США), так и высоким EOS TERRA (США), МОНИТОР-Э (Россия). Технологии, разрабатываемые в НК БКСДЗ, реализуются на основе следующих технологических систем и комплексов:

- система приема и регистрации данных;
- комплекс планирования и управления БКСДЗ;

- система первичной обработки данных;
- автоматизированная технологическая система картографического обеспечения (АТС-КО);
- автоматизированная технологическая система тематического дешифрирования (АТС-ТД);
- система каталогизации, архивации и выдачи цифровой информации о местности (ЦИМ) потребителям (БД ЦИМ).

Разрабатываемые технологии должны обеспечить потребителей информацией, прошедшей обработку на разных уровнях, в том числе:

- первичную обработку (устранение помех, восстановление структуры сигнала, радиометрическую и геометрическую коррекции);
- межотраслевую обработку (создание цифровой или аналоговой картографической продукции в виде фотопланов, фотокарт, а также пространственных моделей местности);
- целевую и тематическую обработку [1, 3].

**Комплекс планирования и управления БКСДЗ** обеспечивает решение следующих задач:

- сбор заявок на выполнение работ по обеспечению потребителей космической информацией;
- расчет баллистических и навигационных параметров прогнозируемой орбиты;
- планирование съемки и планирование времени передачи информации с космического аппарата (КА);
- организационно-информационное взаимодействие НК БКСДЗ с центром управления полетом (ЦНИИМаш, г. Москва). Формируется полетное задание, которое передается в центр управления полетом для обеспечения управления аппарата «БелКА» и выполнения съемки поверхности Земли;
- анализ и отображение информации по планируемым заявкам и съемкам;
- ведение оперативного банка данных комплекса (параметры орбит, результаты планирования и т.д.).

**Система приема и регистрации данных** включает три станции, которые обеспечивают прием и регистрацию информационных потоков, поступающих от космических аппаратов «БелКА», NOAA, EOS TERRA и МОНИТОР-Э. Прием потоков информации обеспечивают комплексы с антенной системой, имеющей зеркало диаметром 9 м (разработчик — Российский НИИ космического приборостроения), 3,7 и 1 м (разработчик — Российская фирма «СКАНЭКС»). Поступающие от антенных комплексов данные ДЗЗ в режиме реального масштаба времени записываются на жесткие диски системой приема и регистрации.

После приема первичная информация по каналам локальной вычислительной сети поступает в базу данных материалов ДЗЗ (БД ЦИМ), после чего данные ДЗЗ поступают в систему первичной обработки, разработка которой осуществляется ОАО «Пеленг» (г. Минск).

Назначение **системы первичной обработки** (ЦФС-ЛМ) — это формирование данных и ориентация цифровых изображений, полученных целевой аппаратурой (ЦА) аппарата «БелКА», соответствующих требованиям целевой и тематической обработки. Комплексом ЦА формируются цифровые изображения в «линейно-матричном» представлении, в котором изображение земной поверхности отображается в виде полосы, состоящей из строк, перпендикулярных направлению полета КА, которые, в свою очередь, состоят из цифровых изображений матриц фотоприемников соответствующих каналов (микрокадров) панхроматической и многозональной съемочных систем ЦА.

Основой для создания выходных цифровых изображений различных уровней обработки является база первичных данных кадров цифровых изображений маршрута съемки и сопроводительных данных, которая формируется для каждого маршрута заданного полетного задания на основе данных, полученных комплексом приема БКСДЗ. С учетом особенностей процесса съемки земной поверхности ЦА и методов обработки в ЦФС-ЛМ предусмотрено формирование различных видов цифровых изображений, которые можно разделить на следующие уровни обработки:

- уровень «А» — обзорные и детальные изображения выбранных участков маршрута съемки в виде единой и согласованной мозаики микрокадров — мозаики цифрового изображения. В таком представлении каждому фрагменту общей мозаики соответствует микрокадр цифрового изображения, полученный отдельной матрицей фотоприемников с учетом времени его создания и пространственного положения с исключением поперечных и продольных перекрытий;
- уровень «В» — геопривязанные цифровые изображения в одной из выбранных систем координат, при формировании которых путем геометрической коррекции цифровых данных учтены основные параметры ЦА, орбиты и положения КА, параметры Земли, кроме рельефа местности;

– уровень «С» — геокодированные цифровые изображения — ортофотоизображения, представляющие собой точную основу для фотопланов и фотокарт, в заданной картографической проекции, в которых путем геометрической коррекции цифровых данных учтены все основные параметры ЦА, КА и Земли;

– уровень «D» — цифровые стереоизображения — стереопары в «мозаично-эпиполярной» проекции, в которых путем геометрической коррекции цифровых данных уровня «А» учтены все факторы, требуемые для уровня «С», за исключением цифровой модели рельефа местности.

В системе первичной обработки цифровые данные дополняются метафайлом, содержащим сведения о цифровом снимке, условиях съемки, траектории КА и др.

**Автоматизированная технологическая система картографического обеспечения (АТС-КО)** предназначена для решения следующих задач:

– оперативное создание цифровой информации о местности по аналоговым картографическим материалам (топографические и специальные карты, планы городов, тематические карты);

– оперативное обновление ЦИМ по данным ДЗЗ;

– подготовка ЦИМ на заданную территорию произвольной конфигурации;

– формирование матриц высот рельефа и матриц высот местности на заданную территорию;

– импорт (экспорт) файлов в наиболее известные форматы геоинформационных систем (Shapefile, MID/ MIF, SXF, DXF).

Технология создания ЦИМ основана на смешанной обработке растровых и векторных изображений с использованием сканерных средств ввода и обеспечивает полный технологический цикл получения ЦКМ с заданной производительностью, точностью и достоверностью. Разработанная технология растровой обработки картографических изображений основана на методах автоматического и интерактивного формирования векторного представления и частичной автоматической классификации объектов изображения [4, 5].

Технология обновления ЦКМ по данным ДЗЗ обеспечивает реализацию следующих режимов обработки:

– обновление ЦКМ по одиночным снимкам. В этом случае используются возможности картографического редактора, который обеспечивает привязку и трансформирование цифрового снимка к векторной карте с последующим ее обновлением;

– обновление ЦКМ по растровому фотодокументу (фотокарте, фотоплану). В этом случае фотодокумент поступает с цифровой фотограмметрической системы ЦФС-ЛМ, либо с автоматизированной технологической системы тематического дешифрирования АТС-ТД. В этом режиме также осуществляется обновление с помощью картографического редактора [5].

Технология подготовки ЦИМ на заданную территорию включает операции отбора объектов по заданным ключам, сшивки цифровых карт в цифровой район с последующим вырезанием области заданного рельефа.

Автоматизированная технологическая система тематического дешифрирования (АТС-ТД) предназначена для оперативной обработки цифровых карт и цифровых снимков с целью получения следующих информационных продуктов:

– цифровые снимки (ЦС), прошедшие различные уровни предварительной обработки;

– цифровые фотодокументы (фотосхемы, фотокарты, фотопланы);

– ЦКМ, полученные в результате прямого обновления по ЦС;

– тематические карты, полученные на основе ЦКМ и результатов дешифрирования ЦС /6/.

В состав АТС-ТД входят основные функциональные модули:

– предварительной подготовки исходных данных;

– предварительной обработки цифровых снимков;

– формирования мозаичных изображений из разновременных перекрывающихся снимков;

– привязки и трансформирования ЦС и ЦКМ;

– специальной обработки изображений (обработка многозональных снимков, стереобработка изображения и др.);

– тематического дешифрирования;

– формирования фотодокументов;

– формирования тематических карт;

– прямого обновления ЦКМ;

– геоинформационной поддержки технологий создания информационных продуктов.

Все технологии по обработке и созданию информационных продуктов, реализуемые посредством указанных модулей, опираются на единую технологическую базу данных, которая включает базы эталонов, классификаторов объектов местности, условных знаков и шрифтов, дешифровочных признаков и др.

Кроме перечисленных выше базовых информационных технологий обработки данных ДЗЗ, в НК БКСДЗ включено ряд технологий, обеспечивающих целевую обработку данных ДЗЗ:

- мониторинг мелиоративных систем;
- мониторинг динамики природных экосистем;
- оценка состояния лесных насаждений;
- обнаружение тепловых аномалий по ЦС;
- мониторинг паводков и наводнений.

Разработанные технологии обработки информации в НК БКСДЗ должны обеспечить комплексную обработку данных ДЗЗ в интересах различных пользователей космической информации.

### **Литература:**

1. Системы и технологии приема, обработки и распространения данных дистанционного зондирования Земли Росавиакосмоса / Л.А. Макриденко, А.М. Волков, Ю.М. Кондратьев и др. // Исследование Земли из космоса. — 2001. — № 6. — С. 31–40.
2. Кравцова В.И. Снимки сверхвысокого разрешения — новый комплект фонда цифровых космических снимков // Геодезия и картография. — 2004. — № 7. — С. 17–26.
3. Киенко Ю.П., Горелов В.А. Об использовании цифровой космической информации для целей картографирования // Геодезия и картография. — 2002. — № 1. — С. 5–11.
4. Абламейко С.В., Апарин Г.П., Крючков А.Н. Географические информационные системы. Создание цифровых карт. — Минск: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. — 276 с.
5. Абламейко С.В., Крючков А.Н. Информационные технологии создания и обновления цифровых и электронных карт местности // Информатика. — 2004. — № 2. — С. 86–93.
6. Крючков А.Н., Соболев Л.И., Сотикова Е.Е. Автоматизированная технологическая система тематического дешифрирования: программные средства и технологии создания информационных продуктов на основе данных ДЗЗ. 2-й Белорусский космический конгресс. Материалы конгресса. — Минск: ОИПИ НАН Беларуси. — 2005. — С. 224–229.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ БАССЕЙНОВ**

**Е.И. Белова, О.И. Карасев,  
И.А. Тяшкевич, С.Г. Мышляков,  
Е.В. Шмелева, О.Н. Самойленко, Т.И. Гридина**

Научно-производственное республиканское унитарное предприятие  
«Космоаэрогеология» НАН Беларуси

Широко известно определяющее значение энергетики для развития экономики любого государства. Важнейшими энергетическими ресурсами на сегодняшний день по-прежнему остаются нефть и газ. Именно поэтому работы, связанные с изучением потенциальных районов нефтегазоаккумуляции, имеют большое значение.

Использование данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) Земли приобретает все более возрастающую значимость при изучении районов, перспективных на нефть и газ. Работы по изучению нефтегазоносности Оршанской впадины выполняются НП РУП «Космоаэрогеология» по заданию «Оценка нефтеперспективности территории Оршанской впадины на основе космической информации и геолого-геофизических данных» в рамках Программы Союзного государства «Разработка и использование перспективных космических средств и технологий в интересах экономического и научно-технического развития Союзного государства» («Космос-СТ»).