

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ОПЕРАТИВНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.В. Абламейко, А.Н. Крючков, Г.П. Апарин, Е.Е. Сотикова
Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

Рассматривается программно-информационный комплекс оперативной обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), предназначенный для обеспечения различных потребителей спутниковой информацией, прошедшей обработку на разных уровнях (первичную, межотраслевую, целевую). Дается краткая характеристика программных блоков, реализующих технологии создания информационных продуктов по данным ДЗЗ.

Введение

В настоящее время оперативное обновление цифровых карт местности эффективно реализуется на основе дешифрирования космических изображений. Для этого в мировой практике используются известные зарубежные программные пакеты: ArcGIS, ArcView и MapInfo (США), ПАНОРАМА (Россия), SICAD/open (Германия), WinGIS (Австрия) и др. Однако использование зарубежных пакетов ограничено такими факторами, как стоимость, закрытость форматов представления данных, невозможность их расширения и дополнения и др. Кроме того, как правило, системы государственного управления накладывают жесткие ограничения на защиту информации и сертификацию программных продуктов.

Рассматривается программно-информационный комплекс (ПИК) оперативного дешифрирования космических изображений, который разрабатывается в рамках Союзной программы «Космос-НТ» и предназначен для наземного сегмента Белорусской космической системы дистанционного зондирования (НС БКСДЗ). ПИК разрабатывается на основе ГИС-технологий, методов цифровой обработки изображений, совместной обработки растровых и векторных моделей космических снимков и цифровых карт местности. Разрабатываемый комплекс предназначен в первую очередь для обработки данных ДЗЗ, которые должны поступать от Белорусского космического аппарата (БелКА), обеспечивающего панхроматическую съемку с разрешением 2,5 м и многозональную съемку (четыре канала: 0,54–0,60; 0,63–0,69; 0,69–0,72; 0,75–0,86) с разрешением 10 м. По классификации космических снимков по разрешению [1] снимки, получаемые с БелКА относятся к снимкам с очень высоким разрешением, что обеспечивает среднемасштабное топографическое картографирование, детальное тематическое картографирование природных и социально-экономических объектов.

Разрабатываемый комплекс ориентирован на обработку данных ДЗЗ и от других спутников как с низким (NOAA), так и высоким (Worldview, Quickbird, Ресурс-ДК, Ikonos) разрешением. Программный комплекс входит в состав автоматизированной технологической системы тематического дешифрирования (АТС-ТД). Технологии, реализованные в ПИК, информационно взаимодействуют с тремя технологическими системами НС БКСДЗ: приема и регистрации информации; каталогизации, архивации, выдачи цифровых снимков и результатов их обработки потребителям; картографического обеспечения. ПИК (далее ПИК АТС-ТД) должен обеспечить потребителей информацией, прошедшей обработку на разных уровнях [2, 3], в том числе: первичную обработку (устранение помех, восстановление структуры сигнала, радиометрическую и геометрическую коррекцию); межотраслевую обработку (создание цифровой или аналоговой

топографической продукции в виде фотопланов, фотокарт, а также пространственных моделей местности); целевую и тематическую обработку. При этом используются методы совместной обработки растровых и векторных моделей земной поверхности. В качестве растровых используются цифровые снимки, фотодокументы, топографические карты. В качестве векторных используются объектно-ориентированные цифровые модели местности в рамках конкретного номенклатурного листа топографической карты либо произвольного района.

1. Программные средства ПИК АТС-ТД

Технологии генерации выходных информационных продуктов реализуются программно-картографическим комплексом ПИК АТС-ТД. В состав комплекса входят следующие основные компоненты: программные блоки, обеспечивающие предварительную, межотраслевую, целевую и тематическую обработку; управляющая система, включающая графическую оболочку; интерфейс пользователя; средства визуализации цифровых карт и снимков, а также средства доступа к оперативной базе данных; технологическая база данных. Подключение программных модулей конкретного программного блока осуществляется управляющей программой через систему основного и дополнительных меню в соответствии с заданной технологической последовательностью формирования необходимого информационного продукта.

Средства предварительной подготовки исходных данных. В данный блок входят задачи по определению потребности в цифровых картах местности (ЦКМ) определенного масштаба, либо цифровой карты на заданный район, в цифровой матрице рельефа (ЦМР), необходимых цифровых снимках (или снимка), служебной информации. Здесь формируется запрос к технологическим системам НС БКСДЗ и осуществляется помещение исходных цифровых данных в оперативную базу данных ПИК АТС-ТД. В этом же блоке формируется паспорт на создаваемый информационный продукт, сюда включена задача, которая сама по себе представляет отдельную технологию получения мозаичных изображений из разновременных перекрывающихся снимков. Эта задача включает ряд операций из блоков предварительной обработки, специальной обработки и блока привязки и трансформирования.

Средства привязки и трансформирования. Программные средства данного блока предназначены для решения задачи формирования математической модели пространственного преобразования изображений космических снимков (КС) и ЦКМ в системы координат друг друга. Задача решается путем определения параметров пространственного преобразования по известным координатам опорных точек. В качестве опорных точек используются четкие контуры местности, искусственные сооружения и другие элементы местности, хорошо опознающиеся на изображениях КС и ЦКМ. В состав программного блока входят следующие модули: формирования массива опорных точек; полиномиальных преобразований 1-3 порядка; полиномиально-триангуляционных преобразований; проективных преобразований; анализа геометрических искажений изображения КС. В настоящее время реализован алгоритм выполнения последовательной комбинации методов полиномиальной аппроксимации и триангуляции.

Средства предварительной обработки цифровых снимков. Средства включают функции геометрических преобразований, коррекции изображений, подавление шумов. Геометрические преобразования включают функции: масштабирования, поворота, инверсии и зеркального отражения (горизонтального/вертикального) изображения. Модуль коррекции изображений включает функции компенсации линейных и нелинейных искажений. Для фильтрации и сглаживания маскирующего изображения КС низкочас-

тотного шума используются стандартные методы цифровой обработки, основанные на операциях свертки с шумоподавляющими фильтрами, а также функции, нормирующие яркостно-контрастные характеристики изображения. В данный блок включены: функции бинаризации (вычисления порога бинаризации методом Отсу, бинаризация по порогу, по среднему, по медиане); функции выделения краев с использованием операторов Собеля, Робертса, Превитта, Лапласа; функции сегментации изображения; функции фильтрации (минимальный, максимальный, усредняющий фильтры), фильтр с локальным альфа-усечением гистограмм.

Средства специальной обработки изображений. Средства включают функции: автоматической оценки качества изображений (классификация изображения по динамическому диапазону изменения яркостей и уровню шума; оценка величины облачности); исключения облачных образований; компенсации линейных искажений полутонных изображений; обработки многозональных снимков; стереобработки изображения.

Средства тематического дешифрирования. Блок включает программные средства автоматической, полуавтоматической и интерактивной классификации объектов изображения, формирования тематических слоев выделенных классов объектов, включающие их метрическое и семантическое описание, а также функции по обработке изображений, необходимые при реализации задач поиска объектов. Эти функции включают: арифметические, логические операции, функции контрастирования, элементарные операции математической морфологии (вычисление эрозии, дилатации, отмыкания, замыкания, утоншения). Обработанное и нормализованное изображение снимка обрабатывается как автоматическими, полуавтоматическими, так и интерактивными методами классификации.

Автоматические методы реализуются на основе искусственных нейронных сетей и предназначены для автоматического выделения площадных объектов типа «леса», «озера» и «поля/луга», а также линейных протяженных объектов типа «дорога» разного класса, объекты гидрографии «реки», «каналы».

Полуавтоматические методы реализуются на основе сопоставления с эталонами и текстурного анализа путем поиска площадных объектов по подобию. В отличие от процедуры автоматического поиска площадных объектов, данный режим предусматривает возможность обеспечения пользователю задания в качестве эталона поиска некоторого объекта, выбранного пользователем, просмотра и модифицирования характеристики поиска, а также автоматического определения класса объекта, задаваемого пользователем в качестве эталона.

Интерактивное выделение площадных объектов реализуется методом автоматического выделения контуров объектов при указанной оператором одной или нескольких точек, принадлежащих объекту, автоматическое слияние областей или сегментов объектов с последующей векторизацией. По результатам обработки формируются тематические слои с заданным классом объектов в векторном формате, которые могут редактироваться средствами специального графического редактора. Графический редактор входит в состав данного блока, включающего также средства формирования и редактирования базы эталонов объектов.

Средства формирования фотодокументов. Блок обеспечивает решение задач по формированию фотодокументов (фотосхем, фотокарт и фотопланов) на основе обработанных КС, цифровой картографической информации, результатов дешифрирования, а также элементов картографической графики (создание зарамочного оформления, легенд, аннотирование подписями и картографическими условными знаками). Аналогично, как и в блоке дешифрирования, для оперативного редактирования изображения фо-

то документа используется специализированный картографический редактор, предназначенный для редактирования текстовой и векторной нагрузки фотодокумента.

Средства формирования тематических карт. Средства блока обеспечивают формирование тематических карт на основе ЦКМ и результатов тематического дешифрирования. Блок включает операции отбора объектов из ЦКМ, нанесение километровой и градусной сеток, формирование легенды, редактирование и использование элементов картографической и деловой графики.

Средства прямого обновления ЦКМ. Данный программный блок предназначен для решения задачи обнаружения изменений на местности и формирования цифровых массивов изменений в автоматическом и полуавтоматическом режимах на основе сопоставления результатов дешифрирования изображений КС с ЦКМ с последующей автоматической актуализацией ЦКМ путем внесения в них выявленных изменений. Обновленная ЦКМ проверяется средствами контроля, редактируется, если это необходимо, и помещается в базу данных НС БКСДЗ.

Средства геоинформационной поддержки технологий создания информационных продуктов. Включает практически все основные операции, присущие геоинформационным системам в части пространственного анализа, измерительных операций, анализа поверхностей, преобразование систем координат и проекций, работа со слоями картографической и тематической информации и др. В данный блок включены также функции экспорта/импорта файлов в наиболее известные форматы ГИС (SXF, DXF, MID/MIF и др.). Все технологии по обработке и созданию информационных продуктов, реализуемые посредством функций программных блоков, опираются на технологическую базу данных, которая включает базы эталонов; классификаторов объектов местности; условных знаков и шрифтов, дешифровочных признаков и т.п.

Заключение

Рассмотренный программный комплекс позволяет организовать эффективную обработку данных ДЗЗ на разных уровнях и обеспечить пользователей информационными продуктами как в цифровом, так и аналоговом виде. Информационная и программная совместимость компонент комплекса, модульные принципы их построения позволяют обеспечивать наращивание функциональных возможностей без существенной переделки программных блоков.

Список литературы

1. Кравцова, В.И. Снимки сверхвысокого разрешения – новый компонент фонда цифровых космических снимков / В.И. Кравцова // Геодезия и картография. – 2004. – № 7. – С. 17–26.
2. Абламейко, С.В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / С.В. Абламейко, Г.П. Апарин, А.Н. Крючков. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – 276 с.
3. Киенко, Ю.П. Об использовании цифровой космической информации для целей картографирования / Ю.П. Киенко, В.А. Горелов // Геодезия и картография. – 2002. – № 1. – С. 5–11.