

КОМПЛЕКС И ТЕХНОЛОГИИ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

С.В. Абламейко, А.Н. Крючков, Г.П. Апарин, Л.Н. Соболев

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

Рассматривается комплекс тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), предназначенный для обеспечения различных потребителей спутниковой информацией, прошедшей обработку на разных уровнях (первичную, межотраслевую, целевую). Дается характеристика технологий создания информационных продуктов по данным ДЗЗ и цифровым картам местности (ЦКМ).

Введение

Дистанционное зондирование и геоинформационные системы (ГИС) утвердились как ключевые технологии в управлении природными ресурсами и жизнеобеспечением.

Бурное развитие космических систем дистанционного зондирования позволяет получать оперативные и актуальные данные о местности на любой регион планеты. Многообразие обрабатываемых данных, выходных продуктов и методов получения информационных продуктов ставит задачу создания сквозных технологий обработки данных ДЗЗ на основе автоматических и полуавтоматических методов дешифрирования снимков с использованием геоинформационных технологий создания продукции в цифровом и графическом виде [1]. В мировой практике для этих целей используются в различной комбинации известные зарубежные достаточно дорогие программные пакеты: ArcGIS, ArcView и MapInfo (США), ПАНОРАМА (Россия), SICAD/open (Германия), WinGIS (Австрия) и др.

В данной работе рассматриваются технологии создания информационных продуктов, реализованные в комплексе тематической обработки (КТО) данных ДЗЗ. Комплекс разрабатывается в рамках Союзной программы России и Беларуси «Космос-НТ» и предназначен в первую очередь для наземного сегмента Белорусской космической системы дистанционного зондирования (НС БКСДЗ).

Комплекс тематической обработки состоит из трех технологически и информационно взаимосвязанных технологических систем:

- первичной обработки данных (ЦФС-ЛМ);
- картографического обеспечения (АТС-КО);
- тематического дешифрирования (АТС-ТД).

Назначение системы первичной обработки – это, во-первых, формирование данных и ориентация цифровых изображений (ЦИ), полученных целевой аппаратурой (ЦА) Белорусского космического аппарата (БелКА), и во-вторых, фотограмметрическая обработка цифровых снимков (ЦС) с целью получения цифровой модели рельефа (ЦМР). АТС-КО предназначена для оперативного создания ЦКМ, обновления ЦКМ по результатам обработки ЦС, подготовки цифровой информации о местности на территорию произвольной конфигурации и формирования ЦМР. АТС-ТД предназначена для оперативной обработки ЦС.

Технологии, реализованные в КТО, информационно взаимодействуют с двумя технологическими системами НС БКСДЗ: приема и регистрации информации и каталогизации, архивации, выдачи цифровых снимков и результатов их обработки потребителям. КТО должен обеспечить потребителей информацией, прошедшей обработку на разных уровнях [2], в том числе: первичную обработку (устранение помех, восстанов-

ление 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 [3].

Под информационным продуктом будем понимать выходную продукцию в цифровом или аналоговом виде, полученную на основе данных ДЗЗ и ЦКМ на одном или нескольких уровнях обработки. Информационными продуктами КТО являются:

- ЦС, прошедшие предварительную обработку (устранение помех, геометрическую коррекцию и трансформирование и др.);
- ЦКМ, обновленные по результатам дешифрирования ЦС;
- цифровые фотодокументы (фотосхемы, фотокарты);
- тематические карты, полученные на основе ЦКМ и результатов дешифрирования, либо тематической обработки;
- цифровые мозаичные изображения, полученные из ряда разновременных перекрывающихся снимков;
- ЦМР, полученные в результате стереобработки ЦС.

При этом используются методы совместной обработки растровых (цифровые снимки, фотодокументы, топографические карты) и векторных (объектно-ориентированные цифровые модели местности в рамках конкретного номенклатурного листа топографической карты либо произвольного района) моделей земной поверхности [4].

1. Технологии создания информационных продуктов

В зависимости от вида получаемой выходной продукции в КТО выделено четыре технологических маршрута обработки данных ДЗЗ и ЦКМ: ТМ1 (получения ЦС заданного уровня обработки); ТМ2 (получения фотодокументов, т. е. фотосхем, фотопланов и фотокарт); ТМ3 (получения тематических карт по результатам тематической обработки ЦС); ТМ4 (прямого обновления ЦКМ по данным ДЗЗ).

2. Технологический маршрут ТМ1

Технология получения ЦС заданного уровня обработки реализуется с помощью двух технологических систем, входящих в состав КТО: первичной обработки ЦФС-ЛМ (разработка ОАО «Пеленг») и тематического дешифрирования АТС-ТД (разработка ОИПИ НАН Беларуси). С учетом особенностей процесса съемки земной поверхности ЦА и методов обработки данных предусмотрено формирование различных видов цифровых изображений, которые можно разделить на следующие уровни обработки:

«А» – обзорные и детальные изображения выбранных участков маршрута съемки в виде единой и согласованной мозаики микрокадров – мозаики ЦИ. Каждому фрагменту общей мозаики соответствует микрокадр ЦИ, полученный отдельной матрицей фотоприемников с учетом времени его создания и пространственного положения с исключением поперечных и продольных перекрытий;

«В» – геопривязанные ЦИ в одной из выбранных систем координат, при формировании которых путем геометрической коррекции цифровых данных учтены основные параметры ЦА, орбиты и положения КА, параметров Земли, кроме поправок за рельеф местности;

«С» – ортофотоизображения в заданной картографической проекции, в которых путем геометрической коррекции цифровых данных учтены все основные параметры ЦА, КА и Земли;

«D» – ЦИ, полученные путем формирования блока мозаики из перекрывающихся разновременных снимков, обработанных до уровня «С».

Полученные изображения заданного уровня обработки помещаются в базу данных с соответствующим паспортом снимка.

3. Технологический маршрут ТМ2

ТМ2 предназначен для получения цифровых фотосхем, фотопланов и фотокарт по материалам аэрокосмической съемки. При этом могут использоваться как стереоскопические, так и одиночные снимки. Технология включает следующие основные операции:

- получение необходимой информации из базы данных;
- предварительную обработку снимков;
- привязку и ортотрансформирование снимков;
- формирование мозаики изображения;
- дешифрирование ЦС (при необходимости);
- формирование картографической нагрузки и оформление фотодокумента;
- помещение цифрового фотодокумента в базу данных.

Операция предварительной обработки включает стандартные функции улучшения изображения.

Привязка и ортотрансформирование снимков обеспечивает привязку ЦС и ЦКМ и преобразование систем координат с учетом поправок на рельеф. Элементы внешнего ориентирования снимков для ортотрансформирования берутся из результатов фотограмметрической обработки снимков на ЦФС-ЛМ. Информация о рельефе для ортотрансформирования может быть получена также по уже имеющимся ЦКМ. На основе элементов внешнего ориентирования снимков и информации о рельефе выполняется ортотрансформирование ЦС. Эта процедура выполняется для каждого снимка, покрывающего требуемый номенклатурный лист или район работ с заданными границами.

На следующем этапе фрагменты трансформированных изображений сшиваются в единое изображение – фотоплан. При «сшивке» соседних фрагментов выполняется автоматическое выравнивание изображения. При необходимости может быть выполнена операция интерактивного дешифрирования ЦС с целью выделения интересующих объектов и помещения их на фотодокумент.

Для получения цифровой фотокарты на фотоплан переносится часть векторной информации из ЦКМ.

Технология включает также формирование зарамочного оформления и легенды фотодокумента. Полученный цифровой фотодокумент помещается в базу данных. Также фотодокумент может быть выведен на устройства документирования.

4. Технологический маршрут ТМ3

ТМ3 предусматривает получение тематических карт на основе ЦКМ и данных дешифрирования ЦС. Технология включает следующие операции:

- запрос и получение из базы данных необходимой информации;
- предварительную обработку ЦС;
- привязку и трансформирование ЦС;
- дешифрирование ЦС;
- формирование тематической карты;
- контроль и редактирование тематической карты;
- помещение цифровой тематической карты в базу данных.

Операции предварительной обработки ЦС, привязки, трансформирования и дешифрирования аналогичны операциям при формировании фотодокументов.

Формирование тематической карты включает наложение тематической информации на картографическую векторную основу, отбор заданных картографических объектов для тематической карты, выбор типов шрифтов, символизацию объектов карты принятыми условными знаками, создание зарамочного оформления в правилах картздания и легенды карты.

Далее технологией предусмотрено картографическое издательское редактирование тематической карты с последующей подготовкой карты к выводу на устройство документирования. В целом технология включает все операции автоматизированной подготовки карт к изданию.

5. Технологический маршрут ТМ4

Обновление ЦКМ выполняется по одиночным аэро- и космическим снимкам и фотопланам, составленным по материалам аэро- и космической съемки в технологическом маршруте ТМ2, либо полученным с других ЦФС в формате BMP или TIFF. В процессе обновления контурной части содержание карты приводится в соответствие со снимком, устраняются обнаруженные ошибки в изображении форм рельефа (если рельеф был получен на ЦФС). В процессе обновления из ЦКМ исключаются отсутствующие на снимке объекты, включаются вновь появившиеся объекты, корректируется форма или семантика существующих объектов. Технология прямого обновления ЦКМ включает следующие операции:

- запрос и получение из базы данных исходных материалов (ЦС, ЦКМ, ЦМР);
- предварительную обработку ЦС;
- привязку ЦС к ЦКМ;
- автоматическое и интерактивное дешифрирование объектов ЦС;
- формирование массива изменений;
- трансформирование результатов дешифрирования;
- автоматизированное внесение изменений в ЦКМ;
- контроль и редактирование обновленной ЦКМ;
- помещение ЦКМ в базу данных.

Запрос в базу данных обеспечивает получение ЦКМ, цифровых снимков, покрывающих обновляемую ЦКМ, ЦМР, необходимую для трансформирования ЦС к ЦКМ. Для обновления может быть использован цифровой фотоплан, если он был получен средствами ТМ2. В случае отсутствия в базе данных ЦМР она может быть построена с заданным шагом сетки по имеющимся в ЦКМ горизонталям, отметкам высот и урезам воды. Предварительная обработка снимка включает функции по обработке ЦС, необходимые для улучшения изображения с целью дальнейшего дешифрирования снимков. Сюда входят функции контрастирования, коррекции, подавления шумов и др.

Операция привязки ЦС и ЦКМ предназначена для формирования математической модели пространственного преобразования изображений ЦС и ЦКМ в системы координат друг друга. Задача решается путем определения параметров пространственного преобразования по известным координатам опорных точек. В дальнейшем параметры пространственных преобразований используются в блоке трансформирования векторной модели объектов обновления.

Операция выделения изменения местности выполняется с использованием средств автоматической и интерактивной классификации объектов ЦС с использованием ЦКМ и базы эталонов. По результатам обработки формируются объекты заданного

класса в векторном формате, который может сразу же редактироваться средствами специального графического редактора. Получение ЦИ о рельефе выполняется средствами ЦФС-ЛМ. Полученный массив изменений трансформируется в систему координат ЦКМ и передается в картографический блок для обновления ЦКМ. После внесения изменений в ЦКМ выполняется контроль обновленной ЦКМ (метрического описания, семантики, правильность приписания высот) и ее редактирование с помощью картографического редактора. После редакторских работ ЦКМ помещается в базу данных.

Заключение

Рассмотренный программный комплекс и технологии позволяют 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. 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.
2. 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.
3. Ablameyko, S.V. Technologies for Interpretation of Remote Sensing Images and Digital Maps and Their Usage for Applied Tasks / S.V. Ablameyko, A.N. Kruchkov, S.A. Zolotoy // Proc. of the Second Intern. Conf. «Problems of Cybernetics and informatics», Baku, 10-12 Sept. 2008. – Baku, 2008. – P. 159–162.
4. Инструментальные средства оперативного дешифрирования космических изображений / А.Н. Крючков [и др.] // Сб. материалов V Междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств»: в 3-х томах. Т. 3. – Новополоцк : ПГУ, 2008. – С. 176–179.