

## Software and information complex for operative decoding cosmic images

*Ablameyko S. V., Kryuchkov A. N., Aparin G. P., Sotikova E. E.*

United Institute of Informatics Problems, Minsk, Belarus

Software and information complex for operative decoding cosmic images is described. It is intended for processing space images on different levels. Main program blocks and technologies of creating information products for various consumers are characterized briefly.

## Комплекс программно-информационных средств оперативного дешифрирования космических изображений

*Абламейко С. В., Крючков А. Н., Апарин Г. П., Сотикова Е. Е.*

abl@newman.bas-net.by, aparin@newman.bas-net.by

Минск, Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси

Рассматривается программно-информационный комплекс оперативной обработки данных 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.

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", 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. По классификации космических снимков по разрешению [1] снимки, получаемые с белорусского КА 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. Разрабатываемый 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 и выдачи цифровых снимков и результатов их обработки потребителям; карто-

графического 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.

### 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 задан-

ной технологической последовательностью формирования необходимого информационного продукта.

### **Средства предварительной подготовки исходных данных**

В данный блок входят задачи по определению потребности в цифровых карт местности (ЦКМ) определенного масштаба, либо цифровой карты на заданный район, в цифровой матрицы рельефа (ЦМР), необходимых цифровых снимков (или снимка), служебной информации. Здесь формируется запрос к технологическим системам НС БКС-ДЗ и осуществляется помещение исходных цифровых данных в оперативную базу данных ПИК АТС-ТД. В этом же блоке формируется паспорт на создаваемый информационный продукт. Также 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: модуль формирования массива опорных точек; модуль полиномиальных преобразований 1-3 порядка; модуль полиномиально-триангуляционных преобразований; модуль проективных преобразований; модуль анализа геометрических искажений изображения КС. В настоящее время реализован алгоритм выполнения последовательной комбинации методов полиномиальной аппроксимации и триангуляции [4].

### **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 низкочастотного 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; оценку величины облачности); исключения облачных образований; компенсации линейных искажений полутоновых изображений; обработки многозональных снимков; стереобработки изображения.

### **Средства тематического дешифрирования**

Блок включает программные средства автоматической и полуавтоматической 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 полуавтоматическими, так и автоматическими 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. Данные методы реализуются путем поиска площадных объектов по подобию. В отличие от процедуры автоматического поиска площадных объектов, данный режим предусматривает возможность обеспечения пользователем

лю 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, который входит в состав данного блока. Данный программный блок включает 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 фотодокумента 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 [5]. Обновленная ЦКМ проверяется средствами контроля, ре-

дактируется, 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 (ГИС) в части пространственного анализа, измерительных операций, анализа поверхностей, преобразование систем координат и проекций, работа со слоями картографической и тематической информации и другие. В данный блок включены также функции экспорта/импорта файлов в наиболее известные форматы ГИС (SXF, DXF, MID/ MIF и другие). 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 некоторые другие.

### **Выводы**

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.

### **Литература**

- [1] *Кравцова В. И.* Снимки сверхвысокого разрешения - новый компонент фонда цифровых космических снимков // *Геодезия и картография.* 2004, №7, — С. 17–26.
- [2] *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.
- [3] *Киенко Ю. П., Горелов В. А.* Об использовании цифровой космической информации для целей картографирования // *Название журнала.* — 2002, №1, — С. 5–11.
- [4] *Абламейко С. В., Боричев С. П., Крючков А. Н.* Комбинированный метод оперативной координатной привязки аэрокосмических снимков и цифровых моделей карт // *Сб. Анализ изображений,* Вып.1, — 2002, — С. 122–130.
- [5] *Крючков А. Н., Боричев С. П.* Метод оперативного выделения объектов местности на основе данных дистанционного зондирования и цифровых моделей карт // 1-й Белорусский космический конгресс (28-30 октября 2003г.). Материалы конгресса, Минск: — 2003, — С. 175–177.