

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБЪЕКТНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Постановка проблемы. Применение количественных методов обработки изображений в системах обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволило достигнуть высокого уровня автоматизации процесса тематического анализа изображения сцены. Однако возможность применения количественного подхода обработки материалов космической съемки (МКС) во многом обусловлена тем, что существующие иностранные программные системы обработки данных ДЗЗ нацелены на тематическую обработку изображений, содержащих площадные по форме и, как правило, простые по составу объекты, что облегчает использование автоматизированных (количественных) методов их поиска и анализа, то есть тематической дешифровки. Условия тематической обработки МКС при решении таких задач, когда дешифрирование ориентировано на отдельные объекты с их уникальными индивидуальными характеристиками, в основном, скорее обратные к вышеуказанным, поэтому рассматриваемый вид дешифрирования называют объектным дешифрированием [1].

Необходимо отметить, что при объектном дешифрировании предъявляются жесткие требования по полноте, подробности, достоверности и своевременности представления информации, полученной в результате обработки МКС оператором-дешифровщиком (дешифровщиком-аналитиком). По этой причине на начальном этапе перехода на использование программных средств целесообразно реализовать визуальный способ дешифрирования, когда оператор принимает решение, основываясь на своих зрительных ассоциациях с рассматриваемым изображением объектов. В этом случае на первом этапе ЭВТ должна стать тем инструментарием, которым традиционно обладал дешифровщик. Однако даже в этом случае использования ЭВТ необходимо очертить спектр возлагаемых на нее задач в общем процессе объектного дешифрирования, и дать рекомендации по рациональному использованию новых возможностей в целях повышения эффективности работы оператора при визуальном дешифрировании.

Анализ литературы. Данные, которые получаются и обрабатываются в космических системах наблюдения поверхности Земли, содержат, как правило, информацию двух разновидностей:

атрибутивную (тематическую, логическую) и пространственную (графическую, геометрическую). На сегодня существует единая эффективная технология объединения этих информации, их общего сохранения и интегрированной обработки – это геопространственная технология с применением геоинформационных систем (ГИС), в дальнейшем – ГИС-технология [2]. Практически все известные зарубежные информационные системы построенные с использованием ГИС, где широко используется опыт обработки данных в системах дистанционного зондирования Земли [3, 4]. Анализ работ в этой области [1, 4 – 8] показал, что указанные зарубежные информационные системы строятся на программном обеспечении (ПО) обработки данных ДЗЗ, разработанном национальным производителем, что позволяет контролировать вопросы национальной безопасности. На внешний рынок это ПО поставляется для широкого применения, а учет специфики объектного дешифрирования обеспечивается проведением дополнительных доработок ПО под задачи потребителя.

В связи с этим условия применения коммерческого программного обеспечения обработки данных ДЗЗ при решении специальных задач объектного дешифрирования требуют детальных исследований.

Целью статьи является выявление особенностей (ограничений и недостатков) использования коммерческого ПО обработки данных ДЗЗ для решения специальных задач объектного дешифрирования путем анализа возможности выполнения основных типовых операций, возникающих в процессе объектного дешифрирования, и разработка рекомендаций по применению этого ПО для решения указанных задач.

Постановка задач и изложение материалов исследований. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Проанализированы основные этапы процесса визуального дешифрирования, традиционные для обработки аэрофотоснимков и сформулированы типовые задачи, решение которых должно обеспечивать прикладное ПО для выполнения требований к результатам дешифрирования по полноте, подробности, достоверности и своевременности представления информации.

2. На основании типовых задач сформирован состав типовых операций, выполнение которых должно обеспечиваться программным обеспечением.

3. Проанализирована возможность выполнения типовых операций при решении задач объектного дешифрирования с использованием наиболее распространенных пакетов обработки данных дистанционного зондирования Земли (ENVI от компании Research Systems [7] и ERDAS Imaging от компании ERDAS [8]).

Традиционно [9] процесс объектного дешифрирования делится на следующие основные этапы:

- 1) изучение условий получения изображений и подготовка материалов к дешифровке;
- 2) поиск сложных объектов и определение их элементов, привязка к топографической карте и ориентированию объектов;
- 3) определение координат объектов;
- 4) распознавание простых объектов, оценка и обобщение его результатов;
- 5) определение количественных характеристик объектов;
- 6) оформление результатов дешифрирования в виде информационно-отчетных документов (ИОД).

Первые три – четыре этапа обычно резко различаются между собой и выполняются последовательно, остальные в процессе работы могут частично или целиком вклиниваться в предыдущие, выполняться в комплексе, составляя единый сложный процесс. По этой причине дальнейшее разделение типовых операций по этапам объектного дешифрирования не проводится. Это обусловлено необходимостью использования одинаковых функциональных возможностей прикладного ПО на различных этапах объектного дешифрирования.

Рассмотрим рекомендуемый состав основных типовых операций, выполняемых дешифровщиком при визуальном дешифрировании с использованием ПО, и возможности их реализации в ПО обработки данных дистанционного зондирования Земли.

1. Доступ к информации, которая содержит условия получения, хранения и обработки изображения (метаданные). Современное программное обеспечение обработки данных дистанционного зондирования Земли поддерживает широкий спектр форматов хранения графической информации, в том числе и содержащей метаданные. При этом обеспечиваются функции импорта и экспорта метаданных, а также создания метаданных для изображений, не содержащих их. Однако необходимо отметить, что снимок может содержать более детальную информацию, чем та, которая автоматически считывается ПО обработки данных дистанционного зондирования Земли. Как видно, например, из описания формата SPOT, снимок может сопровождаться более детальной информацией об его пространственной привязке, взаимном положении снимаемой сцены и сенсора, дате и времени получения изображения, а не только его обработки, положении Солнца относительно снимаемой сцены. Очевидно, что применение перечисленной информации может существенным образом повысить эффективность дешифровки МКС. Получение этой информации на данном этапе исследований представляется возможным только путем создания специального ПО, которое позволяет считывать ее из тегов файлов изображения или заголовочных файлов (в зависимости от формата), при условии, что их формат, используемый производителем или распространителем МКС, является открытым.

2. Осуществление необходимой ориентации снимка относительно дешифровщика во время дешифровки. Реализуется в полном объеме.

3. Трансформирование изображения в проекцию (картографическую проекцию) имеющегося изображения той же сцены (привязка по изображению). Реализуется в полном объеме.

4. Трансформирование изображения в необходимую картографическую проекцию по карте (привязка по карте). Реализуется в полном объеме при наличии каталога наземных контрольных точек для изображения сцены.

5. Преобразование изображения из исходной геодезической системы координат в необходимую. Реализуется в полном объеме.

6. Трансформирование изображения в необходимую картографическую проекцию с использованием геометрической модели сенсора. Реализуется в полном объеме в случае, если модель сенсора известна.

7. Трансформирование изображения в необходимую картографическую проекцию с устранением геометрических искажений, вызванных рельефом (орторектификация или ортотрансформирование). Реализуется в полном объеме при наличии цифровой модели рельефа местности на сцене.

8. Привязка изображения к картографической проекции без трансформирования изображения. Не реализуется в современных системах обработки данных дистанционного зондирования Земли.

9. Вычисление точности привязки изображения сцены к выбранной картографической проекции. Не реализуется.

10. Отображение снимка в необходимом экранном и линейном масштабе. Обеспечивается использованием навигационных и масштабирующих свойств окон ПО обработки данных дистанционного зондирования Земли. Основные недостатки предлагаемых способов отображения информации о текущем масштабе изображения состоят в следующем:

- отображение информации о текущем линейном масштабе на изображении требует дополнительных затрат времени;

- отображение линейного масштаба в автоматизированном режиме предусмотрено только для изображений, трансформированных в определенную картографическую проекцию;

- для нетрансформированных изображений выводится лишь усредненное значение линейного масштаба;

- при некорректном использовании инструментов отображения линейного масштаба возможно затенение ключевой информации на изображении, которое может привести к снижению подробности, полноты и достоверности дешифровки.

Данные недостатки мотивируют необходимость создания более эргономичных способов отображения линейного масштаба на изображениях.

11. Использование цифровых методов обработки изображения для улучшения его восприятия дешифровщиком и повышение эффективности визуального поиска. Существующее ПО обработки данных дистанционного зондирования Земли предлагает большое количество методов улучшения изображений. Так как до сих пор еще не выработан общепринятый стандарт качества изображения, который мог бы служить критерием при проектировании программ улучшения изображения, выбор тех или других методов коррекции гистограммы, подавления шумов, наведения границ целесообразно осуществлять оператору-дешифровщику в зависимости от субъективного восприятия.

12. Определение координат объектов на изображении. Реализовано в полном объеме для любого пикселя, но только для изображений, трансформированных в используемую картографическую проекцию.

13. Оценка точности определения координат объектов на изображении. Не реализовано.

14. Измерение размеров объектов на снимке. Реализовано определение длин (расстояний), периметров, площадей, углов. Только для изображений, трансформированных в выбранную картографическую проекцию.

15. Измерение высоты объекта путем анализа длины его тени. Не реализуется.

16. Автоматический подсчет количества неразмеченных объектов на снимке. Реализуется в полном объеме.

17. Разметка снимка и объектов на нем путем нанесения геометрических фигур соответствующих форм в процессе создания векторных слоев поверх изображения. Создание таблицы базы данных векторного слоя для получения и сохранения атрибутивных данных по размеченным объектам. Визуализация и редактирование существующего векторного слоя. Реализуется в полном объеме. Использование векторных слоев для разметки объектов на изображении обеспечивает оператора средствами хранения атрибутивной информации по дешифрируемым объектам и возможностью переноса ее в программные системы анализа и визуализации геоданных.

18. Сегментация изображения на зоны интересов путем разбивки его на фрагменты, которые сохраняются в отдельных файлах. Реализуется в полном объеме.

19. Просмотр всего изображения без пропусков. Существующее ПО обработки данных дистанционного зондирования Земли не создает для оператора условий гарантированного просмотра всего изображения без пропусков. Решение этой задачи зависит от субъективных качеств оператора, а отсутствие указанных функциональных возможностей в ПО снижает полноту, подробность, достоверность и своевременность дешифровки объектов визуальным способом. По этой причине

актуальной является разработка программных средств, которые гарантируют просмотр всего изображения без пропусков.

20. Организация интерактивного сравнения разных снимков одной сцены. Реализуется в полном объеме. Использование цифровых способов представления и обработки изображений обеспечивает оператора интерактивными и эргономичными средствами сравнения разных изображений одной сцены.

21. Заполнение электронных бланков текстовых ИОД. Не реализуется.

22. Аннотирование изображений текстовой информацией и графическими объектами при создании графической части ИОД. Реализуется в полном объеме. Однако создание таких сложных геометрических фигур как указатель центра объекта или значка порядкового номера объекта требует многократного проведения одних и тех же операций, которые существенным образом влияют на временные затраты. Для устранения этого недостатка необходимо провести предварительную дополнительную работу по созданию специальных символов.

23. Операции идентичной последовательной постраничной печати сформированных графических частей ИОД на цветном принтере. Реализуется в полном объеме.

Результаты данных исследований рекомендуется использовать:

- при разработке функциональных требований к программному обеспечению процесса объектного дешифрирования МКС;
- при адаптации иностранного программного обеспечения обработки данных дистанционного зондирования Земли для автоматизации процесса объектного дешифрирования МКС;
- при разработке национального программного обеспечения объектного дешифрирования МКС;
- при разработке методик и алгоритмов решения типовых задач объектного дешифрирования МКС с применением программных средств.

Выводы. Программное обеспечение обработки данных дистанционного зондирования Земли не может полностью обеспечить решение всех задач, которые решаются оператором-дешифровщиком в процессе объектного дешифрирования МКС визуальным способом. Для устранения этого недостатка можно сформулировать следующие рекомендации по использованию и доработке прикладного ПЗ обработки данных ДЗЗ:

- обеспечение гибкого доступа оператора к полному составу метаданных по изображению сцены;
- ведение каталога (базы данных) наземных контрольных точек (GCPs – Ground Control Points) для зон интересов;
- обеспечение оператора-дешифровщика полным составом геометрических моделей сенсоров, с которых он получает изображения для анализа;

- обеспечение оператора-дешифровщика цифровыми моделями местности по зонам интересов;
- обеспечение возможности привязки изображения к картографической проекции без проведения его трансформирования;
- обеспечение оператора-дешифровщика программными средствами оценки точности привязки изображения к заданной картографической проекции, точности определения координат объектов на изображении и точности проводимых измерений по изображению с использованием встроенных фотограмметрических средств;
- обеспечение оператора-дешифровщика программными средствами оценки высот объектов путем анализа длины тени;
- обеспечение более эргономичного способа отображения экранного и линейного масштабов на изображении;
- обеспечение оператора-дешифровщика программными способами гарантированного просмотра всего изображения без пропусков;
- обеспечение оператора-дешифровщика типовыми электронными бланками информационно-отчетных документов;
- обеспечение возможности ведения базы данных по объектам разведки как типовым, так и реальным для осуществления информационной поддержки оператора-дешифровщика.

1. *Королёв Ю.* Как подойти к обработке снимков // Современные геоинформационные технологии. ArcReview. – 1999. – № 4(11).
2. *Михайленко О.П., Попов М.О., Порхун О.А.* Геопросторові технології в інформаційному забезпеченні Збройних Сил України // Наука і оборона. – 2000. – № 2. – С. 39 – 45.
3. *Присяжний В.І.* Проблеми використання космічних засобів в інтересах Збройних Сил України // Труди академії (НАОУ). – 2002. – № 35. – С. 12 – 17.
4. *Soderberg M.* GIS in defense applications – basics and principles for success // European ESRI user conference. – 1998.
5. *Гарбук С.В., Гершензон В.Е.* Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во А и Б, 1997. – 296 с.
6. *Андреанов В.* Координаты пространственных данных // Современные геоинформационные технологии. ArcReview. – 2001. – № 2(17).
7. *ENVI User's Guide.* Software version. – Research Systems, 2000. – 930 с.
8. *ERDAS IMAGINE Tour Guides,* ERDAS IMAGINE V8.5 ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia, Copyright 1991 – 2001 by ERDAS, – 694 p.
9. *Карпович И.Н.* Военное дешифрование аэроснимков. – М.: Воениздат, 1990. – 544 с.

Поступила 5.11.2003 г.