

УДК 504.55.06(1/9):528.225

© Т.Г. Злобина

*Т.Г. Злобина*

# МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ НАДЗОРЕ

Применение ГИС-технологий

Государственный геологический контроль является одним из основных элементов системы управления недропользованием на региональном уровне. Участки, на которых ведутся работы по геологическому изучению, разведке и добыче полезных ископаемых, как правило, распределены на значительных по площади территориях и удалены друг от друга. Это обстоятельство приводит к большим материальным и временным затратам при осуществлении контрольных мероприятий.

Повышение эффективности геологического контроля в условиях ограниченной численности инспекторских служб в соответствующих федеральных и региональных государственных органах неразрывно связано с информационным обеспечением контрольно-инспекционной деятельности. Одним из прогрессивных направлений повышения качества планирования геологического контроля является использование данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ). В первую очередь это касается геологического изучения, разведки и добычи общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ), поскольку перечисленные виды недропользования применительно к ОПИ осуществляются непосредственно на земной поверхности или поверхности водных объектов.

В последнее время методы дистанционного зондирования находят все более широкое применение для решения конкретных задач в сфере природопользования. В отдельных случаях космическая съемка становится единственно возможным инструментом контроля за деятельностью недропользователей.

Традиционно к ДДЗ относят методы, которые позволяют получить из космоса или с воздуха изображение земной поверхности в каких-либо участках электромагнитного спектра с использованием аппаратуры, установленной на борту космических или летательных аппаратов [1]. Преимущество космической съемки состоит в том, что снимки обеспечивают значительно больший по площади

охват территории по сравнению с аэрофотосъемкой. Более того, в последние годы существенно возросло пространственное разрешение космических снимков, что создает возможность детально изучать обследуемые объекты. Применение методов ДДЗ дает однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для больших территорий, что практически недостижимо при любых наземных обследованиях [2].

На рис. 1 показана типовая схема обработки космических снимков (КС) в рамках использования геоинформационных систем (ГИС).

Использование космической съемки сводится к трем основным этапам: сбор данных, их обработка и предоставление конечного результата обработки космических снимков для пользователя в виде геоинформационного ресурса. На этапе обработки данных и анализа изображений и полученных промежуточных данных использовались программные комплексы ENVI (Environment for Visualizing Images – среда для отображения снимков, программа для визуализации и обработки данных дистанционного зондирования) и MapInfo (MapInfo Professional – географическая информационная система).

В целом общая система работы с КС с целью получения информации по участкам добычи ОПИ включает в себя статистический анализ, выделение признаков дешифрирования, кластерный анализ, классификацию, с последующим анализом промежуточных данных и подключением дополнительной информации, не связанной с ОПИ.

Дешифрирование снимков – это целенаправленное изучение фотоизображения с целью прямого или косвенного опознавания отображенных на них изучаемых объектов, определения их качественных и количественных характеристик.

Визуальный анализ осуществляется по признакам дешифрирования, в роли которых выступают свойства объектов или их взаимосвязей, позволяющие по фотоизображению распознать сами объекты. Признаки подразделяются на прямые и косвенные [3].

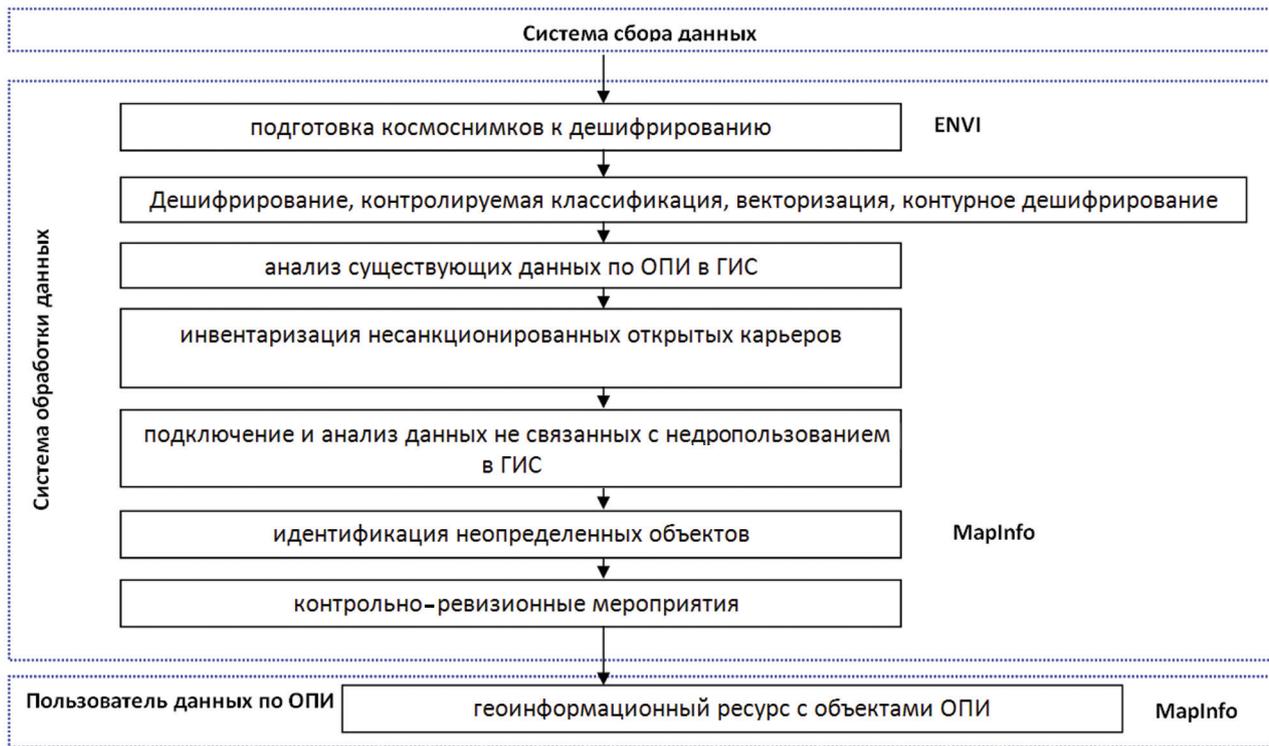


Рис. 1. Типовая схема обработки космических снимков

Задача по их выделению усложняется многими обстоятельствами. Нередко одни и те же признаки характерны не только для объектов добычи ОПИ, но для других антропогенных объектов, видимых на снимках. В этом случае достоверность информации, полученной с помощью дешифрирования снимков, тесно связана с информационной обеспеченностью данными по лесному фонду, размещению отходов, объектам строительства, расположению населенных пунктов и дорожной сети [4].

При разработке месторождений происходит смена форм земной поверхности, агротехнических

свойств земли и гидрогеологических режимов районов, которые хорошо видны на снимках. Вместе с тем, подобные изменения на поверхности земли характерны, например, для мест размещения отходов (рис. 2). Для объектов недропользования и мест размещения отходов признаками дешифрирования могут являться открытые почвы, отвалы, наличие хорошо выраженных подъездных дорог, лесные вырубки и др. Кроме этого, нередко объекты недропользования – отработанные карьеры – используются для размещения отходов, в этом случае наличие информации о свалках на территории обследования

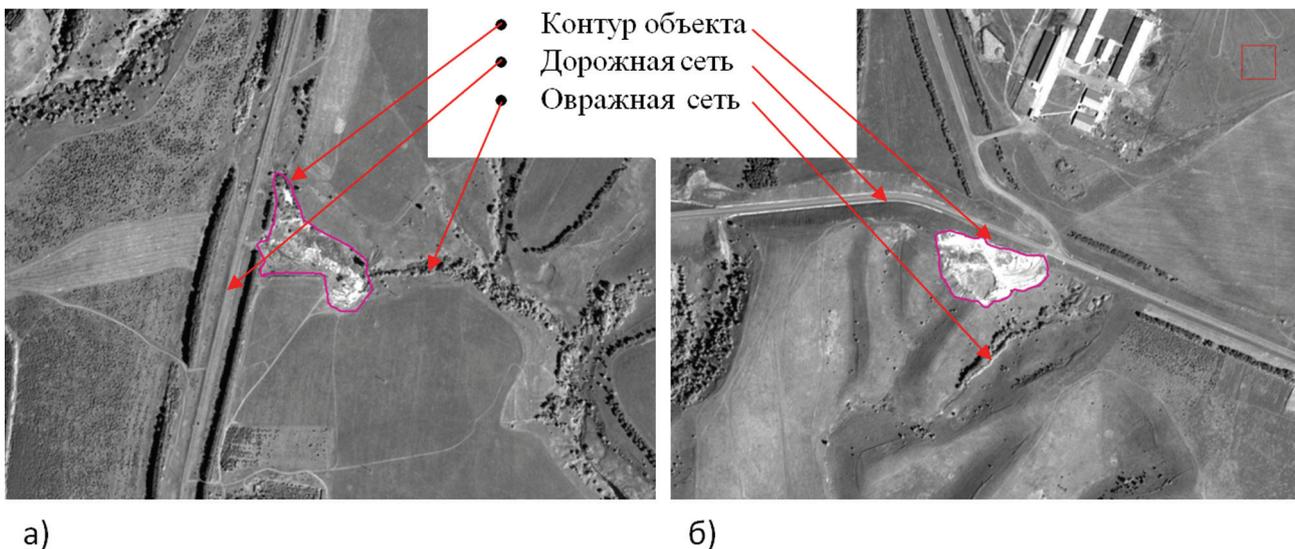


Рис. 2. Изображение на снимке места размещения отходов (а), объект недропользования (б)

помогает более достоверно получить атрибутивные данные об исследуемом объекте с КС.

Эффективным методом изучения космических снимков является спектральный анализ с применением программного обеспечения. Различия спектральных характеристик (тона или цвета) позволяют определить размер и форму (пространственные характеристики) исследуемого объекта.

Например, в видимом диапазоне длин волн на спутниковых изображениях легко можно увидеть и идентифицировать техногенный объект – разработку карьера, если он окружен зеленой растительностью или водой. Это возможно, потому что в видимом диапазоне длины волн спектральных характеристик открытых почв обладают более высокой отражательной способностью по сравнению с зеленой растительностью или водой, отражательная способность которых низкая. На рис. 3 видно высокое отражение разрабатываемого открытого карьера, окруженного зеленой растительностью.



Рис. 3. Разработка открытого карьера на синтезированном снимке WorldView-2

Спектральная отражательная способность открытого грунта в карьере также зависит от его текстуры, т.е. от влияния на способность текстуры грунта удерживать влагу. Увеличение содержания влаги вызывает уменьшение отражательной способности грунта. На рис. 4 представлен синтез спектра с изображением разрабатываемого месторождения песка с высоким отражением и темными пятнами обводненного грунта на торфяном месторождении.

При этом уменьшение частиц грунта увеличивает его отражение. Поэтому спектральный анализ снимков может использоваться для получения полезной информации при выявлении карьерных разработок [5].

Дешифрирование проводится с помощью программного обеспечения ENVI. Это мощное средство для обработки и дешифрирования снимков. При

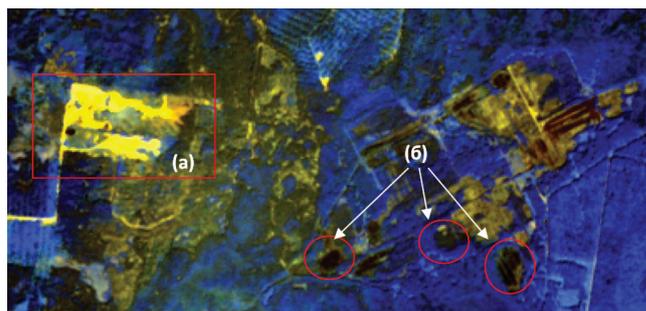


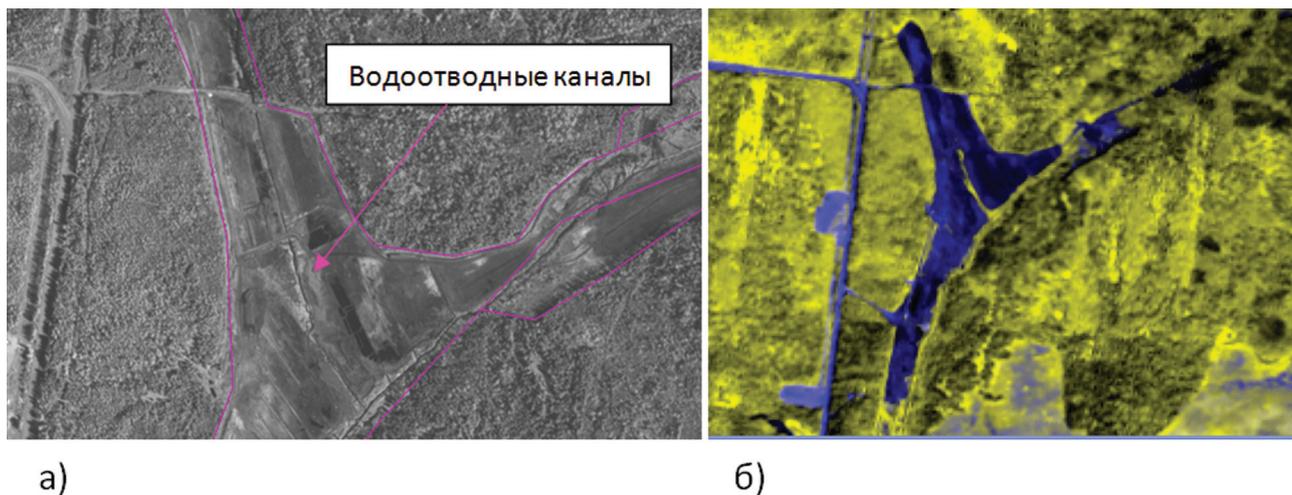
Рис. 4. Синтезированное изображение месторождения песка (а), обводненные участки (б) торфяного месторождения

программной обработке многоспектральных данных используются измерения, полученные в различных диапазонах длин волн. Для наиболее эффективного использования программ работы с космоснимками необходим специалист, обладающий опытом анализа спектральных характеристик анализируемой сцены.

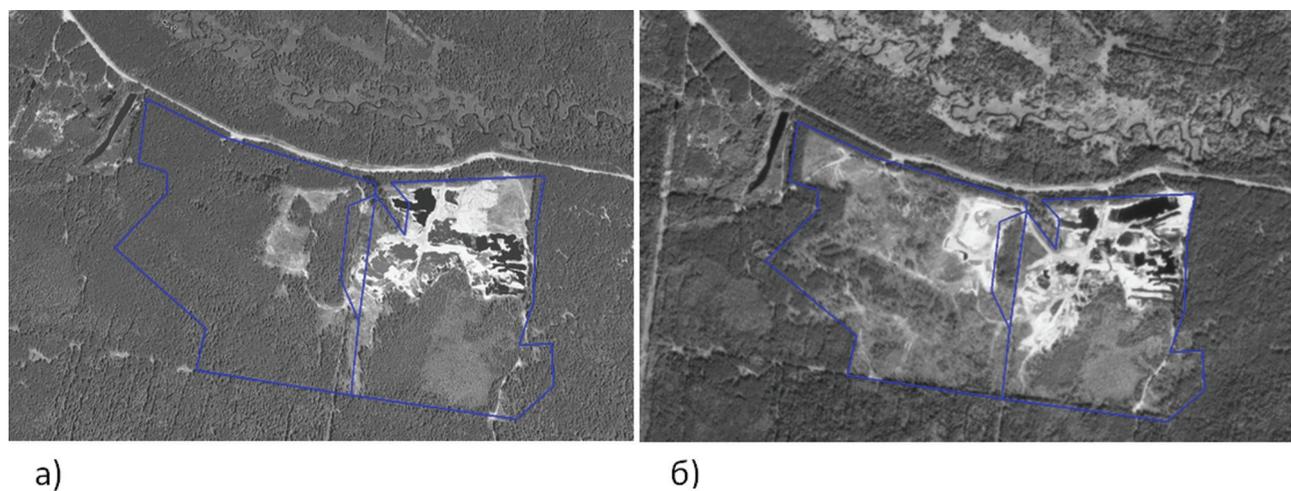
В работе, кроме получения конечного результата в виде векторных геоинформационных слоев с атрибутивной информацией, необходим выбор типичных ландшафтов и ключевых или эталонных объектов. При эталонировании, проводимом на ключевых участках, помимо инженерно-геологических свойств объектов определяются их физиономические (внешние) признаки, выявленные на космоснимках, или их признаки дешифрирования: геоморфологическое положение и особенности рельефа поверхности, растительный покров, микрорельеф собственно поверхности и стереомодели (текстуры поверхности стереомодели), гидрографическая (дренажная) сеть, фототон, трещиноватость, очертания естественных границ природных комплексов, видимые результаты воздействия современных природных процессов и деятельности человека [6].

Например, участки торфяных месторождений чаще всего имеют правильную геометрическую форму, с хорошо выраженной сеткой водоотводных каналов для осушения. Карьер представлен мозаичным рисунком с чередованием светлых и темных пятен, в зависимости от степени обводненности участков (рис. 5).

Использование материалов космосъемки при осуществлении геологического контроля за разработкой сводится к сопоставлению лицензионных контуров участков с результатами ДДЗ, а также сопоставлению разновременных данных съемки. Использование космических данных для наблюдения, как относительно кратковременных, так и многолетних изменений во внешнем облике территории или отдельных объектов на местности дает представление об изменениях на каждом участке недропользования один раз в сезон или ежегодно (рис. 6).



в)  
 Рис. 5. Изображение торфяного месторождения Вожойское с выделением лицензионного контура на снимке с явными признаками хозяйственной деятельности (а), синтезированное изображение снимка выделением контура месторождения в спектра (синий цвет) (б), фотография торфяного месторождения (в)



а) б)  
 Рис. 6. Изменение хозяйственной деятельности в пределах лицензионного контура Чуровского участка недр на примере разновременных снимков: а) 29 мая, 2012 год; б) 8 июля, 2013 год

В результате анализа формируется база данных с эталонными объектами, спектральными библиотеками, накопленными архивными материалами снимков, позволяющая осуществлять слежение за деятельностью недропользователей в динамике, осуществлять контроль за разработкой месторождения в пределах координат лицензионных участков, выявлять нарушения лицензионных условий.

Результаты дешифрирования наиболее логично представить в виде базы данных векторной ГИС в программном обеспечении MapInfo для интеграции с другими базами данными (топооснова и тематические базы данных) с целью получения целостной картины об объектах и процессах (рис. 7). На этом этапе проводится работа по созданию геоинформационных слоев и структур атрибутивных данных. Выполняются процедуры геоинформационного моделирования, которые могут включать ряд процедур, таких, как комбинирование объектов, ректификация, классификация и др. Результаты моделирования оформляются в виде отчетов, справок, карт, информационных данных для экологических порталов [1].

Использование методов ДДЗ в сфере ОПИ позволяет эффективно решать следующие задачи:

1. Ведение актуального информационного ресурса по объектам ОПИ и наблюдение за происходящими явлениями в динамике.
2. Выявление нарушений при разработке месторождений ОПИ.
3. Выявление несанкционированной добычи полезных ископаемых.
4. Анализ сценариев использования и развития ресурсной базы ОПИ.
5. Оценка результатов проведения работ по восстановлению земель и прогноза последствий рекультивации на весь срок отработки запасов.

Материалы космических съемок также дают достаточно полное представление об особенностях строения и динамики ландшафтов, которые сформировались в районах добычи полезных ископаемых [4].

В ближайшей перспективе применение технологии ДЗЗ в ГИС должно стать неотъемлемой частью и важным инструментом контроля и учета использования природных ископаемых для государственных органов управления.

**Ключевые слова:** государственный контроль, общераспространенные полезные ископаемые, данные дистанционного зондирования Земли, космические снимки, геоинформационные технологии.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Зуев Ю.С., Решетников Т.Г., Таченков А.А. Применение методов дистанционного зондирования в геоинформатике (на примере снимков камеры ASTER) // Геоинформационные системы. – 2003. – № 1(5). – С. 57-65.
2. Болсуновский М.А. Современные подходы к организации оперативного космического мониторинга // Геоматика. – 2010. – № 3. – С. 13-18.
3. Елсаков В.В, Кириллов Д.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений : учебное пособие. – Сыктывкар : СЛИ, 2013. – 44 с.
4. Тетентьев А.В., Вшивцев А.Н., Афанасьев В.В., Ахматова Е.Б., Исаенко С.И. Мониторинг недропользования в части общераспространенных полезных ископаемых на примере Республики Коми // Земля из космоса. – 2009. – Выпуск 2. – С. 15-21.
5. Дистанционное зондирование: количественный подход : пер. с англ. / Ш.М. Дейвис, Д.А. Ландгеребе, Т.Л. Филлипс и др. ; под ред. Свейна Ф. и Дейвис Ш. М. : Недра, 1983. – 401 с.
6. Методические рекомендации по использованию материалов космо- и аэрофотосъемки в дорожных изысканиях. – М., 1988.

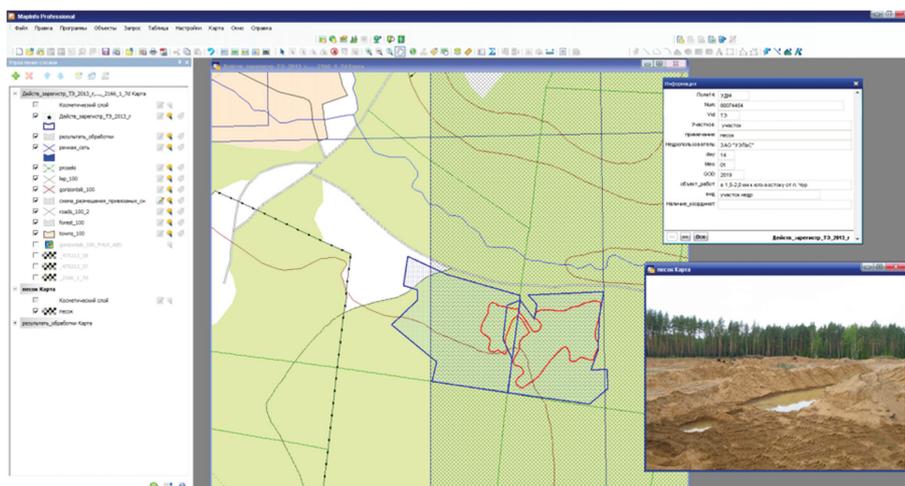


Рис. 7. Интерфейс программы MapInfo