|  |  |
| --- | --- |
| *voenmeh* | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-01 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Факультет |  | И |  | Информационные и управляющие системы |
|  |  |  |  |  |
| Кафедра |  | И9 |  | Систем управления и компьютерных технологий |
|  |  |  |  |  |
| Дисциплина |  | Технологии программирования | | |

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему

|  |
| --- |
| Методы дешифрирования спутниковых снимков |
| и использование полученных результатов в решении |
| прикладных задач |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | |  | | И9М33 |
| Харитонов А.С. | | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | | |
| Арсеньев Б.П. | |  |  | | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | | |
| Оценка |  | | | |  | |
| «\_\_\_\_\_» |  | | | | 2017 г. | |

Содержание

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc497832512)

[1 МЕТОДЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ 4](#_Toc497832512)

[1.1 Визуальные методы дешифрирования изображений 4](#_Toc497832512)

[1.2 Машинные методы дешифрирования изображений 5](#_Toc497832512)

2 СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ДЗЗ. [8](#_Toc497832512)

[2.1 ERDAS Imagine 8](#_Toc497832512)

[2.2 ERDAS EP Mapper 9](#_Toc497832512)

[2.3 ENVI 10](#_Toc497832512)

[2.3 IDRISI 11](#_Toc497832512)

[3 ДАННЫЕ ДЗЗ В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ 12](#_Toc497832512)

[3.1 Контроль состояния окружающей среды 12](#_Toc497832512)

[3.2 Изучение лесных ресурсов и растительного покрова 14](#_Toc497832512)

[3.3 Контроль водных ресурсов 15](#_Toc497832512)

[3.4 Геология нефти и газа 15](#_Toc497832512)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 17](#_Toc497832512)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 18](#_Toc497832512)

Введение

С развитием компьютерных технологий и появлением космической программы у постоянно увеличивающегося числа стран в мире все большую популярность получает такая технология исследования, как дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), проводимое преимущественно с помощью искусственных спутников. Так наблюдение и измерение энергетических характеристик излучения объекта (для выяснения его местоположение, вида, свойств и т.д.) осуществляется прямо с околоземной орбиты Земли без непосредственного контакта с объектом измерительного устройства.

Выходными данными такого исследования являются аэрокосмические снимки, представляемые в цифровой форме.

Целью данной работы является описание методов дешифрирования аэрокосмических снимков, обзор применяемых в настоящий момент систем дешифрирования данных ДЗЗ, а также возможностей прикладного использования полученных данных.

Пояснительная записка состоит из введения, трех глав и заключения.

В первой главе рассматриваются методы дешифрирования аэрокосмических снимков.

Во второй главе проводится обзор основных систем обработки и интерпретации данных ДЗЗ.

В третьей главе описываются возможности полученных результатов дешифрирования в решении прикладных задач.

# **1 МЕТОДЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ**

В технологиях дистанционного зондирования Земли дешифрированием изображения называют процедуру поиска и выделения различных геологических объектов или их признаков на снимках, полученных с летательных аппаратов. Эта процедура осуществляется на основе анализа яркостных, структурных и текстурных особенностей рассматриваемого изображения.

Конечным результатом этой процедуры является тематическая карта территории, представленной на снимке, с нанесенными на ней дешифрированными распознанными объектами. Тематические карты, как правило, представляются в векторном формате с целью их использования для проведения пространственного анализа.

Дешифрирование может проводиться визуальными и машинными методами.

## 1.1 Визуальные методы дешифрирования изображений

Основным инструментом для проведения визуального дешифрирования являются знания и интуиция дешифровщика, то есть способность найти сходство и различия между образами, хранящимися в его памяти, и конкретным образом, представленным на снимке.

Визуальное дешифрирование также подразделяется на два метода, каждый из которых используется при определенном характере объекта и запечатленной вокруг него природной обстановки.

1) Метод прямого дешифрирования применяется в том случае, когда фотографическая модель объекта на снимке сохраняет признаки, присущие зрительным образам этого объекта, которые можно наблюдать на месте (формы рельефа, водотоки, некие ориентиры, например, опознаваемые антропогенные объекты). В таком случае не составляет труда, ориентируясь по этим признакам, установить тип объекта.

2) Метод индикационного дешифрирования используется, когда некоторые объекты и явления недоступные на снимке не поддаются прямому дешифрированию, но в то же время связаны причинными зависимостями с внешними элементами ландшафта. Например, изменение лесного покрова говорит о температурном изменении грунта, постепенном заболачивании или, наоборот, снижении уровня воды.

Как уже было замечено, при визуальном дешифрировании огромную роль играют запечатленные на фотографии признаки местности или объекта. Их подразделяют на прямые и косвенные.

1) Прямые признаки – признаки, присущие самим объектам дешифрирования (рельефу, растительности, водотокам). Это оптические и геометрические характеристики (отбрасываемые тени и цвет или тон объекта, форма рельефа).

2) Косвенные признаки, или индикаторы – характеризуют объект дешифрирования опосредованно, через некие компоненты природного комплекса. Например, если на отдельно взятом участке произрастают влаголюбивые растения, то этот факт свидетельствует о неглубоком залегании грунтовых вод в этом районе (в данном случае влаголюбивые растения – индикатор грунтовых вод).

1.2 Машинные методы дешифрирования изображений.

В современных условиях возросшей потребности к увеличению скорости обработки огромного количества данных проблема автоматизированных методов дешифрирования снимков особенно актуальна. Большинство таких методов сводится к проблеме распознавания образов, то есть классификации объектов, которые могут быть описаны некоторым конечным наборам признаков и свойств.

Задача классификации состоит в разбиении некоторой группы объектов на классы на основе некоторых требований. При этом к одному классу относятся объекты, обладающие объективно общими свойствами (таким образом, классом может быть «лес», «антропогенные объекты», «сельхозугодия» и т.д.). Изображение разбивается на элементы, для каждого из которых определятся численные значения признаков, образующих многомерный вектор и составляющих его (изображения) образ. Далее происходит сегментация – процесс разделения пространства признаков на локальные области, принадлежащие определенному классу.

На деле результаты сегментации довольно неточны: образы часто перекрывают друг друга, и поэтому классификация не может строго определенный. Для повышения ее достоверности необходимо увеличить число признаков: использовать разновременные снимки, помимо спектральных признаков использовать еще и текстурные, учитывать расположение объектов, информацию об их окружении и т.д.

Для машинной классификации существуют различные алгоритмы, реализующие различные ее правила:

1) с обучением (т.е. контролируемая классификация)

2) без обучение (т.е. неконтролируемая классификация)

Контролируемая классификация более трудоемка, но зато более точная. Здесь обучение проводится по обрабатываемому изображению, которое должно иметь эталонный участок с известными объектами, которые можно однозначно классифицировать.

Неконтролируемая классификация позволяет провести кластеризацию снимка, т.е. объединить объекты в кластеры по какому-нибудь формальному признаку.

Независимо от того, какая классификация используется в данный момент, всегда нужна априорная информация, добытая с помощью полевого дешифрирования. С ее помощью впоследствии можно будет оценить точность приборов, с которых велось зондирование.

**2 СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ДЗЗ**

В настоящее время существует целый ряд программных средства, применяемых для предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ. Наиболее распространены ERDAS Imagine, ER Mapper, ENVI, IDRISI и др.

2.1 ERDAS Imagine

Сочетая в себе функции растровой и векторной ГИС, а также системы для обработки изображений, ориентированной на данные аэрокосмической съемки, программный пакет ERDAS Imagine предназначен для профессионалов в области ДЗЗ. Широкий выбор инструментов обработки данных из любого источника и представления данных в различных формах (от печатных карт до трехмерных моделей) делает ERDAS Imagine достойным программным продуктом для анализа и обработки данных ДЗЗ.

Также за дополнительную цену компания-разработчик предоставляет новые модули, расширяющие основной набор инструментов. Среди них:

1) Imagine VirtualGIS, позволяющий создавать реалистичные трехмерные модели из снимков, а также воспроизводить эффект движения по созданной им модели.

2) Imagine OrthoBASE, предоставляющий возможность создать цельный фотоплан из огромного количества имеющихся снимков.

3) Imagine Devolopers Toolkit, который позволяет дополнить пакет любыми функциями, которые нужны заказчику.

Помимо перечисленных возможностей ERDAS Imagine предоставляет набор средств для улучшения изображения, повышения его читаемости и информативности; обеспечивает возможность точной привязки снимков к реальным координатам; с помощью специального редактора Map Composer открывает доступ к созданию оформленной картографической продукции и т.д.

Внутренний формат графических данных IMG является открытым. Также достоинством данной системы является ее открытость, т.е. возможность дополнить пакет модулями собственной разработки.

2.2 ERDAS EP Mapper

Система ERDAS EP Mapper использует единый интегрированный интерфейс, позволяющий получать быстрый и удобный доступ ко всем функциям обработки и анализа данных, поддерживаемых системой.

Главной особенностью системы является то, что она не требует обязательного сохранения результатов выполнения той или иной операции над данными на диске, если это пользователю это не требуется. Последовательности операций сохраняются в виде алгоритмов, где записаны необходимые этапы выполнения обработки. Таким образом, работа программы с дисковым пространством повышается. В сохраненных алгоритмах могут храниться операции фильтрации, коррекции, обработки с помощью формул и т.д. Кроме изначально имеющихся в комплекте программы алгоритмов, ER Mapper позволяет пользователю создать свои собственные.

Также ER Mapper предоставляет широкий набор утилит импорта и экспорта данных большинства стандартных растровых и векторных форматов и наиболее распространенных форматов космической съемки (Landsat, NOAA и т.д.). Всего в системе поддерживается более 100 различных форматов данных.

Утилиты, представленные в системе, позволяют проводить геометрическую коррекцию снимков, географическую привязку, осуществлять слияние разнородных данных (например, снимков с разных спутников) и т.д.

ER Mapper поставляется в виде единого комплекта без необходимости покупки дополнительных модулей. Взамен разработчик сделали свою систему открытой для пользователей, позволив расширять ее возможности с помощью набора специализированных библиотек, предоставляющих доступ ко всем функциям системы.

2.3 ENVI

Программный комплекс ENVI (Environment for Visualizing Images) включает в себя набор функций для обработки данных ДЗЗ и их интеграции с данными ГИС. Обеспечивает поддержку данных, полученных с ведущих систем зондирования поверхности Земли (Landsat, QuickBird, SPOR, Orbview и др.).

ENVI включает в себя функции:

- обработки и глубокого анализа гиперспектральных снимков;

- исправления геометрических искажений;

- интерактивного дешифрирования и классификации;

- анализа снимков в радиодиапазоне;

- оцифровки снимков и т.д.

Функции ENVI, обеспечивающие топографическое моделирование, позволяют провести вычислять уклоны, виды из данной точки, кривизну и выпуклость поверхности по снимкам с данными высот. С помощью ENVI можно создавать отмывки рельефа, совмещенные с цветными снимками, что позволяет придать полученному изображению более реалистичный вид.

Также в программный комплекс ENVI встроен язык программирования IDL, с помощью которого можно существенно расширить функциональные возможности комплекса, создавать собственные алгоритмы, выполнять пакетную обработку данных. Интуитивно понятный интерфейс позволит начинающему пользователю освоить все методы работы с программным комплексом.

2.4 IDRISI

Геоинформационная система IDRISI представляет собой растровую ГИС, предназначенную для анализа пространственно-распределенной информации, получаемой из разных источников. В состав пакета входит блок обработки данных ДЗЗ, включающий возможности общей обработки снимков (контрастирование, фильтрация, привязка по координатам, анализ главных компонент и т.д.), тематического дешифрирования. Также присутствует модуль анализа растровых карт, в том числе построенных на основе результатов обработки данных ДЗЗ. Есть возможность ввода и экспорта-импорта данных.

Несложный в освоении, пакет IDRISI находит широкое применение в небольших по объему обработки данных ДЗЗ проектах. Поскольку цена проекта не слишком высокая, программа подходит и для некоммерческого использования.

**3 ДАННЫЕ ДЗЗ В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫЗ ЗАДАЧ**

В условиях современного, постоянно меняющегося мира, где возникают и исчезают леса, реки, города, меняется рельеф, меняются места добычи ископаемых, строятся новые коммуникативные сети, задача постоянного обновления топографических карт становится как никогда актуальной.

Такие карты отображают рельеф, гидрографию, растительность, почвы, населенные пункты, дорожную сеть и другие объекты, что позволяет комплексно оценивать территорию. Топографическими масштабами принято считать ряд от 1:10000 до 1:200000. Для определения параметров, которые невозможно определить по снимкам, привлекают дополнительные источники данных.

При решении задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с помощью ДЗЗ, выделяют четыре основных области:

- геология и ресурсы Земли;

- гидрология и водные ресурсы;

- лесные ресурсы и лесной покров;

- воздействия на окружающую природную среду.

В настоящее время большинство исследований в области экологии и природопользования базируется на данных ДЗЗ. Усиления требований к достоверности и актуальности информации способствует расширению роли космического наблюдения.

3.1 Контроль состояния окружающей среды

При добыче полезных ископаемых данные ДЗЗ могут использоваться для:

- выявления открытых карьерных разработок, буровых скважин и т.д.;

- определения внутренней структуры залежей;

- поиск территорий с нарушенной геологической средой.

В задаче оценки состояния лесного покрова в ходе осваивания также используются данные ДЗЗ:

- определение площади лесосеки;

- выявление нарушений границ лесосек, норм по ширине, направления;

- выявление лесозаготовок в пределах охраняемых территорий.

Так, например, в ходе проекта Федерального агентства лесного хозяйства по выявлению нелегальных вырубок, который был начат в 2005 году. было охвачено около 50 млн. гектаров лесов на территориях нескольких субъектов РФ, выявлены серьезные нарушения рубок на штрафы в размере до 900 млн. рублей.

При проведении оценки нарушенности земель при использовании данных ДЗЗ происходит:

- выявление участков с нарушениями растительного покрова;

- выявление солончаковых массивов;

- определение степени засоления грунта;

- определение степени и причин опустынивания земель;

- выявление участков, загрязненных нефтепродуктами и др.

При выявлении экологических проблем данные ДЗЗ используются для:

- обнаружения несанкционированных мест свалок;

- обнаружения несанкционированных застроек, изменений планировки городов и сел;

- определения густоты застройки и т.д.

При изучении экологического состояния водных ресурсов с использованием данных ДЗЗ происходит:

- поиск водных участков, загрязненных нефтепродуктами и другими отравляющими веществами, и впоследствии определить источники загрязнений;

- составление прогнозов распространения загрязняющих веществ по акватории водного бассейна и др.

3.2 Изучение лесных ресурсов и растительного покрова

Практически все актуальные проблемы лесного сектора требуют для своего решения самой достоверной актуальной информации о лесах. Источников такой информации крайне мало, и здесь данные ДЗЗ являются самым доступным и востребованным видом информации.

При изучении растительного покрова данные ДЗЗ используются для:

- поиска и типизации лесных сообществ, участков со степной растительностью, лугов, болот, тундры и т.д.

- наблюдения за лесными и степными пожарами;

- определения сезонных изменений растительного покрова и т.д.

При изучении лесных ресурсов на основе данных ДЗЗ достигаются следующие цели:

- определяются запасы леса, лесные границы и лесистость территории;

- устанавливается возрастная структура и продуктивность лесов, их пожароопасность, открытые пожары, их распространение и т.д.

3.3 Контроль водных ресурсов

Контроль водных ресурсов предполагает наблюдение снежного и ледяного покрова, определение характеристик грунтовых и поверхностных вод, мониторинг наводнений.

Наблюдение снежного и ледового покрова необходимо для контроля запасов пресной воды, уточнения модели взаимодействия ледяного покрова и атмосферы в рамках энергетического баланса, наблюдения за перемещением морских льдов, оценки протяженности и толщины ледовых покровов. Топографирование ледовых поверхностей в полярной зоне осуществляется для выявления и прогнозирования изменений климата. Характеристики снежного покрова (влажность, глубина, температура) используются как граничные условия в моделях прогноза погоды.

При обнаружении источников грунтовых вод осуществляется выявление их выхода на поверхность. Обнаруженные на поверхности косвенные признаки позволяют установить глубину залегания вод. Также устанавливаются размеры, количество и качество грунтовых источников.

3.4 Геология нефти и газа

В нефтегазовой отрасли сегодня большое значение имеет использование ГИС, так как для успешного прогноза зон нефтегазонакопления необходима обработка и интеграция большого объема информация: данных ДЗЗ, геофизических, геохимических и другие данных, которые отражают разные характеристики исследуемых объектов. Современные ГИС позволяют осуществлять хранение, редактирование и комплексный анализ разнородных данных, создавать базы данных, строить геологические модели и выявлять на их основе глубинные структуры.

В рамках нефтегазовой отрасли данные ДЗЗ используются при:

- разведке и разработке месторождений;

- строительстве трубопроводных систем и хранилищ;

- транспортировке нефти и газа;

- мониторинге состояния природной среды в районе добычи.

Также одним из основных направлений использования данных ДЗЗ в этой области является картографирование геологических структур, как поверхностные выражения ловушек нефти и газа, участков длительных просачиваний флюидов (определяется по наличию геохимических аномалий в породах и почвах разлома), участков просачиваний углеводородов, приводящим к изменениям в растительности на суше, возникновению пленок нефти и пузырьков газа на море. С появлением мультиспектральных изображений стало возможно много легче определить геохимические аномалии.

Заключение

В ходе выполнения курсовой работы был проведен краткий обзор методов дешифрирования спутниковых снимков, рассмотрены наиболее распространенные программные продукты, предназначенные для этих целей, приведено описание прикладных задач, решение которых существенно облегчается с помощью данных ДЗЗ.

В настоящее время ДЗЗ является источником актуальной и оперативной пространственной информации и широко используется для решения задач в самых различных сферах жизни человека.

Список использованных источников

1. О.С. Токарева. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования. – Национальный исследовательский томский политехнических университет, 2010.
2. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского [Электронный ресурс], URL:http://www.vsegei.com/ ru/info/geodictionary/article.php?ELEMENT\_ID=47011&sphrase\_id=507468 (дата обращения: 10.12.2017).
3. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского [Электронный ресурс], URL: http://www.vsegei.com/ru/info/geodictionary/article.php?ELEMENT\_ID=47335&sphrase\_id=507468 (дата обращения: 11.12.2017).
4. Межрегиональная общественная организация содействия развитию рынка геоинформационных технологий и услуг [Электронный ресурс], URL: http://gisa.ru/101598.html (дата обращения: 11.12.2017).
5. Воробьева А.А., Дистанционное зондирование Земли. – СПб, 2012.
6. Программные продукты для обработки материалов дистанционного зондирования [Электронный ресурс], URL: http://loi.sscc.ru/gis/RS/ chapter108.html (дата обращения: 12.12.2017).